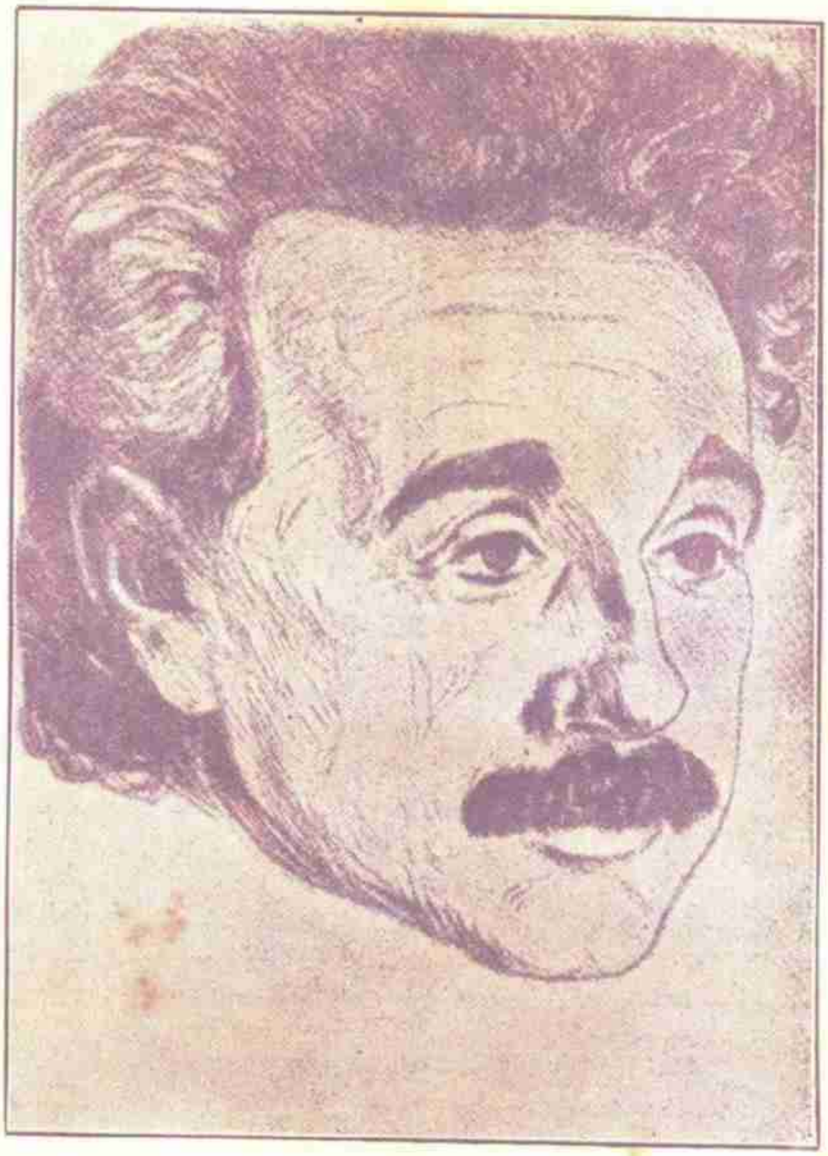
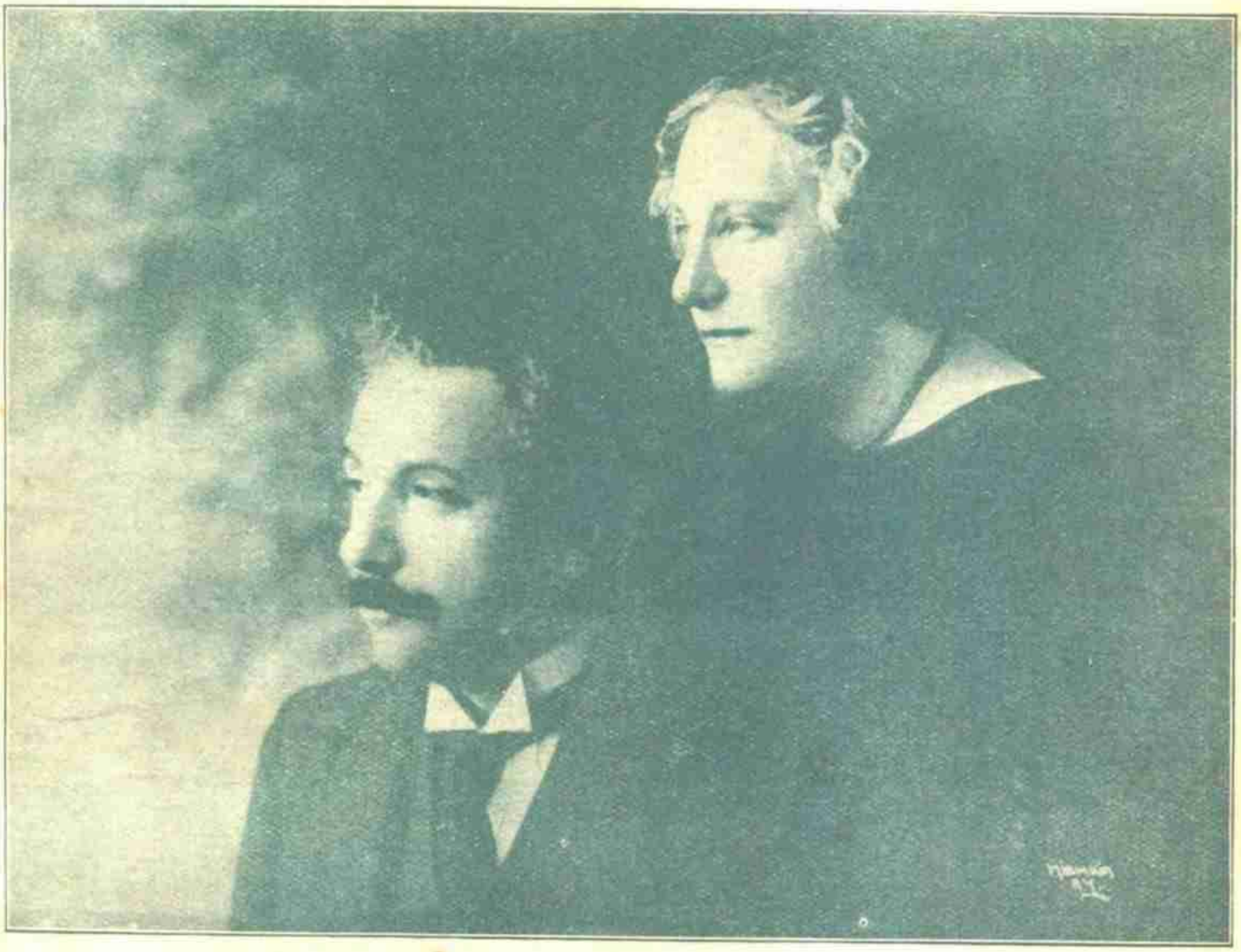


Albert Einstein



愛因斯坦及其夫人

國際時事片影(十一)

——近東戰勝後之土耳其——


SHANGHAI COLLEGE LIBRARY
上海滬江大學圖書館





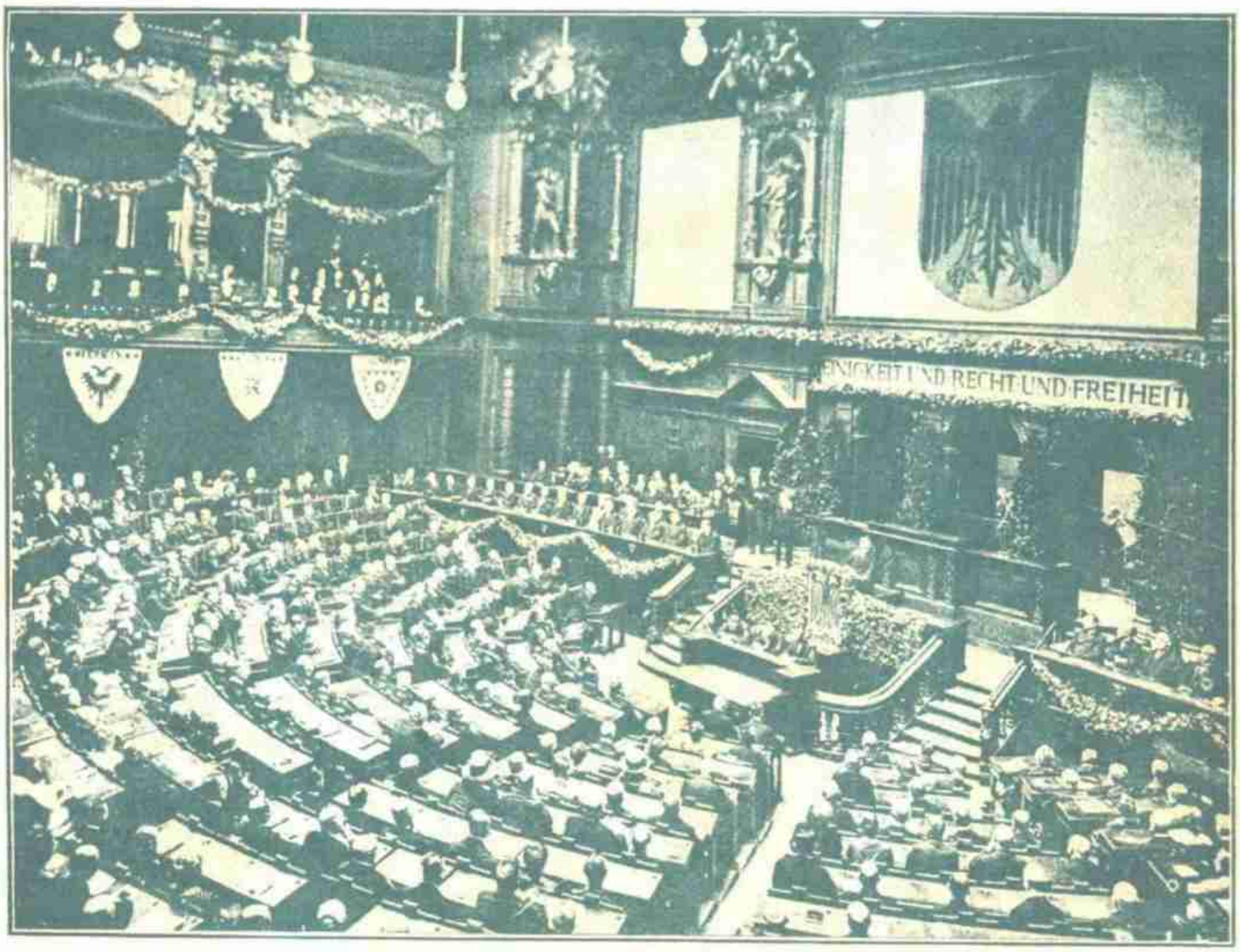
上圖爲小亞細亞聖沙斐亞城人民聞凱末爾戰勝消息時歡呼慶祝之狀。下左爲君士坦丁堡人民舁凱末爾肖像,遊行市街,以祝勝利。右則斯密那英人退出之狀也。

國際時事片影(十二)

——賠償問題與德國共和紀念——



對法賠償爲德國當前最困難之問題。圖中爲協約國賠償委員會在巴黎開會之情形。



德意志共和國憲法告成後,業已三載,本年九月在柏林國會舉行紀念。國會門額昔繪一鷹,今則已易以統一,正義,自由三字矣。

東方雜誌

第十九卷第二十四號

民國十一年十二月二十五日發行

——愛因斯坦號——

愛因斯坦與相對論……高魯(一)

愛因斯坦和科學的精神……心南(四)

相對性原理概觀……周昌壽(七)

相對論及其產生前後之科學狀況……李潤章(二八)

能媒萬有引力和相對性原理……心南(四二)

相對論在物理學上之位置……段育華(五五)

羅素的相對性原理觀……關桐華(七一)

康德和愛因斯坦……訒生(七九)

愛因斯坦之相對性原理……一聲(八八)

普遍相對性原理和觀測事實的比較……行餘(九一)

愛因斯坦小傳……惟志(九四)

愛因斯坦著作目錄……記者(九九)

世界新潮——

洛桑會議紀事……T（一〇一）
希臘慘殺大臣事件……W（一〇五）
德國內閣之更迭……T（一〇七）
俄土條約之條文……W（一〇八）
瑞士禁酒複決投票……W（一一一）

微波 創作小說（完）……夢雷（一一三）

禮拜六的太陽光的傳說 俄國 Dombrovsky 著……仲持（一一五）

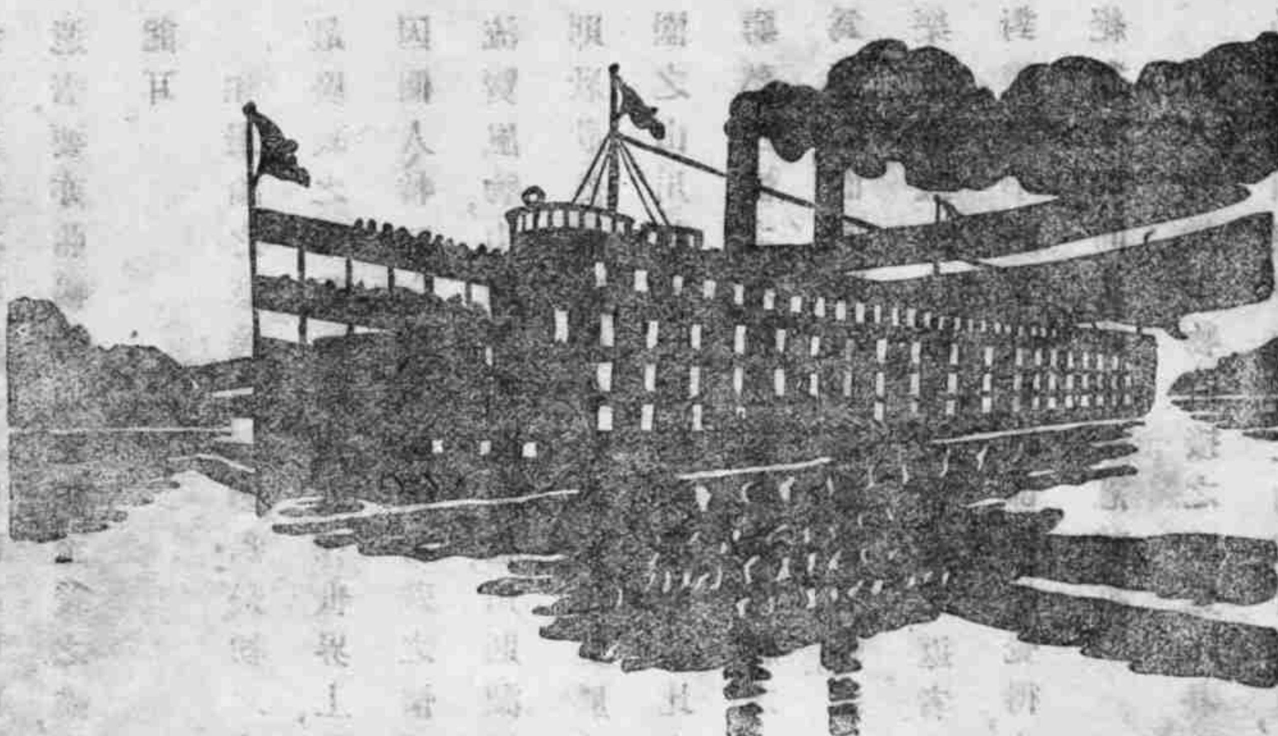
愛之光（科學劇）……心南（一二九）

時事日誌……（一三三）

東方雜誌第十九卷總目錄……（一三九）

插圖

愛因斯坦　愛因斯坦及其夫人
近東戰勝後之土耳其（三幅）　賠償問題與德國共和紀念（二幅）



東方雜誌
第十九卷第二十四號
愛因斯坦號

愛因斯坦與相對論

高魯

自有人類以來，時會遞更，境遇嬗易，而別聲被色之倫，其思想亦逐漸變化，對於宗教政治文學諸大端，均未有絕對之信仰，此可於各歷史上之變遷見之。推而至於各種科學，千塗萬軌，品彙紛呈，亦從無絕對的者。窮則思變，往者必復，相對之見象，環然而生；即相對之緒論，因之而起。吾人探本窮原，求其精確所在，實爲切要之圖焉。

相對論大要，分廣義狹義二項，而二義又有相嬗相生之妙。溯是說之起原，實自希臘學者倡之；巴斯敦及亞理士多德，皆與此學說有絕大關係。歷來大哲學家之注意於此，代有其人，當年來伯尼子康德等，皆嘗討論及之。但彼祗認爲哲學中唯一之旨趣，初未及於他學也。然而天下博大精深之理，每足以包括一切。故相對論之理解，遠之則窮乎宇宙之大，

近之則察其物類之細。所謂範圍而不過，曲成而不遺者，要亦曲暢旁通，充類至義之盡，庶有以顯其功能耳。

相對論之意義，有三變焉：最初之談相對論者，抱最廣義之理想，略謂：吾人在世界上，觀念不同，往往因個人特別之地位，生出特殊之情感。如人在某地，流覽風物，山則聳然而高也，川則淵然而深也，草木則欣欣然而向榮也；苟易一地，覽勝之念雖同，而周圍之山川草木，一切形勢，逈非昔比矣。又或有人，以窮愁悲憤之躬，行經某處，覺所歷之境，至爲闃慘，至爲淒闇；而同時有胸懷灑落者，亦至是地，乃認爲極樂世界，鼓舞詠歌，至於留連忘返者有之矣。此種相對境象，不能立時覺察；卽偶然覺得，亦已時過境遷，絕對不相同矣。此第一意義也。

吾人對於事物直接之感覺，非事物本來之眞相，乃吾人理想中相對之幻形。如康德，如哈美爾登，皆承認是說，而視爲相對之感覺也。此爲第二意義。

今人恆謂：相對之視察，與實際原理學及實地試驗，純然相反。蓋因所有實地試驗，皆居特殊地位；又以視察者爲舊觀念所拘，舊規例所限，致一切接觸，無完全精實之見象，此種會悟，範圍至廣：有屬於物理學者，有屬於生物學者，有屬於倫理學者，有屬於宗教者。此爲第三意義。

是故歷來談相對論者，僅及於哲學，固不足以盡其奧；卽引之於物理學，亦安足以會其通哉？學海汪洋，萬象森列，任舉一門，俱未能逃出於相對論之外者也。所謂廣義之相對論是也。

若但就物理中力學一方面言之，則相對之說，實有至精至碻之解釋，而得至精至碻之印證。蓋愛因斯坦鑒於科學中幾許問題，難以解決；於是極深研幾，以適當之方法，定適當之基礎，使相對之原理，煥然一新，合算學家理學家而施之於實用。則所謂狹

義之相對論者是。

愛氏之言曰：相對云者，就時間與空間而言。依牛頓之定理，時間空間，各自獨立，而太空天體諸系，惟依賴於固定之例，以相維繫。所有律式，對於緩性運動，誠無不合；至於運動之急迅者，則非此等律式所能賅之矣。以是取吾與羅命徹氏成一特別相對說：即拋棄所謂絕對的之時間空間諸觀念，而合空間時間之意義，與活動統系相對待。自有此說，而電磁見象與力學見象之眞詮，一以貫之矣。此僅就各統系之徑行均率者言之也。積之旣久，吾解其適用於任何統系之運動，即不等速運動亦能適用云。

愛氏由相對簡論，擴而充之於相對通論，因而定萬有引力之律，推翻成例，賅括力學，其功可謂偉矣。向之言引力者，不獨瞢然於實際規則，即對於引力場眞性，所抱之疑問，亦相去殊遠。得愛氏相對通論，始悉引力場之眞相，蓋非歐几里得形學所足以形容其組合也。

宇宙之本性，以每點之形學要素定之，與物質連結，有密切之關係。故空間非空虛無朕者，亦非物理學中以充滿之空間，而時間一項，實爲四元宇宙中之要素云。

四元宇宙之組合，由形學求之，得二類特性：其一爲不屬於積分式之方向，其一爲不屬於積分式之長度。二類見象，其自然之力量不同，造成二項範圍，具絕大之勢力。一爲萬有引力之範圍，一爲電磁吸力之範圍。四元座標所涵之不定數，引出四項保存之定律。引力之保存，具有四項公式，其第五律，則爲電力之保存也。

自愛因思坦學說盛行，論者皆謂邁克爾遜之試驗，爲相對論發源之點；因是而起學者反抗之念，不知凡幾。夫求若是重要之理，而竟以歷驗無效之法則爲根據，是亦不思之甚者矣。茲應特別申言之！愛

氏相對論之發源，並不以邁克爾遜之試驗爲起點，本以羅命徹換標公式爲基礎推原基礎之所在，馬克斯威公式，實已間接啓其端。考座標之替換，而電磁公式不變，爲堅強不拔之要點也。至邁克爾遜試驗之影響，其效力亦自不弱。以彼實驗，與舉世承認之力學反抗，未有不招人特別注意者。迨至精細之解釋定，而學理大放光明，邁氏試驗，亦與其他試驗，同列於參考之林而已。

愛因斯坦相對論，屬於物理專門之學；已由實驗而發其端，猶未足以盡其極。其可以見諸實用者，雖不能枚舉，實有不勝枚舉之勢。無論將來思想之如何進化，而時間空間之聯合，慣性與能力，經愛氏出其特長爲之推定者，如萬有引力，如相對力學，如天空曲率，如電磁定律，均爲科學中永有之基礎。學者倘能進而求之，可使日異而月新；若故步自封，主觀未化，則恐終無所得，吾願與海內學界同人共勉之！

愛因斯坦和科學的精神

心南

自愛因斯坦氏發表相對論以來，不特物理學的基礎完全改了面目，卽哲學的根據亦大受了變動。羅素說：「現代最偉大的人物，祇有李寧和愛因斯坦二人。」他們同是思想界的革命家，然而李寧的理想，正在試驗，成功和失敗，我們還不敢遽下判斷；至於愛因斯坦的學說，不只是理論上由數學的論理演繹出來的，而且於實驗上得了天文學的確據；他在科學界的革命，完全成功了。一九一九年十一月英國皇家學會開會討論日蝕觀測團的報告時，會長湯遜氏在席上演說道：「這是從牛頓以來，萬有引力論中最重要的成績，愛因斯坦的推理，眞可算是人類思想的最高發揚了。」在歐戰方酣之中，

祇看英國科學家如此推崇敵國的學者，愛因斯坦氏的偉大，當可想見了。

我們驚嘆愛因斯坦在科學上的功業，尤當敬服他的科學的精神。懷疑的勇氣，和求眞的信念，是他成功的要素；我們所當取以爲法。他的思想，怕由對於能媒（舊譯以太）的懷疑而起；能媒本是一種假定的媒質，用以說明光線所以能傳播於空間的緣故。然而由種種自然現象推究起來，能媒有兩個矛盾的性質：一是能媒中會起橫波；一是天體運動於能媒之中，而能媒却一些不動。自對於天體運動不起抵抗這一層看來，能媒恰似稀薄的氣體；自會起橫波這一層看來，又恰似固體。他的性質，實在不可思議；然而許多學者都還想用種種方法來替他辯護解釋，克爾文卿至以爲這便是能媒所以爲能媒的理由。但是愛因斯坦始終不敢放下他的疑念；他以爲能媒既沒有法子證驗，那裏還有爲物質對象的資格？他疑到能媒根本上不曾存在，便爽爽快快地把他取消了。能媒否定之後，祇剩下一個自由的空間，便是具有實在性的物理的空間，其中充滿電子，周圍能起電力作用，電子運動時可以傳播光和電波；而空間有無媒質的疑團，就因此解決了。

從來科學上的大發明家，都歸於善懷疑的人。蘋果墮地，在常人看來，毫不奇異；然而牛頓却懷疑起來，因此發見了重力的定律。他疑的是蘋果離了枝就要下墮，月不曾掛着天空，何以亦不下墮呢？他把蘋果和月比較了，覺得蘋果本來靜止而月則運動，月於受重力之外，更因惰性欲沿直線而飛，於是發生遠心力，循着軌道迴轉。我們對於牛頓的解釋，久已奉爲金科玉律了。然而愛因斯坦則更進一步而懷疑。他以爲就月而論，重力和遠心力的作用，既達於平衡狀態，那麼理應相殺，和不受力的作用一樣；既然沒有他力作用，就應當循着最短的距離前進，

何以月不作直線的運動反就着地球而迴轉呢？於是愛因斯坦便疑到空間上二點間的最短距離，不是直線；他以爲我們的空間，受了彎曲，月的軌道，便是沿着最短的距離而行。由他的理論，可以豫定星光通過於太陽之傍，應該屈曲；一九一九年五月二十九日的日蝕，便是證明此理論的確據，而空間有無際限的疑團，亦因此解決了。

愛因斯坦以特出的天才，能疑到前賢所不敢疑不能疑的事，因此發見了相對性原理。然而由他的原理所推得的結果，却大大出於我們意料之外。譬如（一）同一時間，自動者測之，比靜者測之爲長；（二）同一空間，自靜者測之，比動者測之爲小；（三）一切物體的速度，不能過於光的速度，（四）一切物體的質量，是常變不是常住，隨着速度而增加。這四項理論，實和我們傳統的觀念大不相容，試用通俗的例來相比擬；依第一項我們的年齡，自對於我們動着的人看來，應該老些；依第二項我們若動着，我們的身長，自靜止的人看來，應該矮些；依第三項隨我們用怎樣的速度快跑，若和光的速度加減起來，其結果和沒有跑着一樣；依第四項我們跑得越快我們的質量越重，如果能夠和光的速度一樣，我們的質量便成無限大；這豈不是駭人聽聞的話麼？無怪相對論初發表時，守舊者都以爲荒謬絕倫，喜新者亦不免疑信參半；然而愛因斯坦却不爲俗見所縛，不管他人的嬉笑怒罵，本着求眞的信念，將他的學說，系統的組織起來，直到了宇宙間的眞實現象，和數學上的論理形式，完全一致，而後愛因斯坦的理論，纔博大信於天下。

像愛因斯坦這樣懷疑的勇氣，和求眞的信念，我們異常佩服。這種科學的精神，是研究科學的唯一基礎；我願仰慕愛因斯坦的國人，首要培養科學的精神，奮然興起，來研究自然科學。



相對性原理概觀

周昌壽

一　總說

愛因斯坦這個名字，在今日中國，恐怕凡是在學界裏面的人，差不多沒有一個不知道的——不然，差不多沒有一個肯自己承認不知道的；真所謂有口皆碑，無人不道的時髦人物了。其所以能彀引起我國人士對於他生出這般普遍這般深厚的興味，究竟是怎樣的一種徑路？仔細推究起來，實在滑稽得很！當他在一九〇五年發表他那篇名著運動物體底動電學（Zur Elektrodymaik bewegter Körper, Ann. d. Phys. 17, 1905）的時候，我國固然正在酣歌晏舞樂享承平，那裏有這種閑人閑心去管這種閑事？所以他這篇論文究竟可以生出怎麼樣的影響？在歐美學界裏究竟引起了怎麼樣的波瀾？當然無從得知。就是當他於一九一六年完成他那萬世不朽的名著一般相對性原理（Die Grundlagé der allgemeine Relativitätstheorie, Ann. d. Phys. 49, 1916）的時候，雖在飄搖風雨中的歐

美學者，也將那危急存亡的戰爭放下不顧，來研究他這篇論文所闡明的奧理，於是那牛頓破產，能媒滅亡……等項的呼聲漸漸的快要遍了全球。那相對性原理底勢力也就一天比一天繼長增高起來，然而我國中人依然充耳不聞，還在黝去覆來的濫習那幾千年前的生活。後來一九一九年英國皇家學會將派往非洲去的日蝕觀測隊所得的結果發表出來，差不多連婦孺都知道他這名字，雖然不能了解他的詳細內容，却能知道他的重要。這個時候正正碰着我國學界與高采烈的在那裏高唱新文化運動，照道理說起來，對於這件轟轟烈烈的偉大功績，似乎應該也得要知道一些風聲的了。其實一直到了羅素來華講演物底分析的題目的時候，一般人纔知道有這樣一個奇怪的人存在。於是一般時髦政客拿出他們那種揣摹杜威羅素的慣技，要想來對付這一位先生，不幸「幾何學中並無王道」("There is no royal road in geometry")，於是愛因斯坦對於我國人士遂永遠成爲羅素物底分析中的愛因斯坦，不能更進一步了。要是當日羅素未曾講到這個題目，恐怕還不知要若干歲月，愛因斯坦的這個名字，纔能走進我們的認識界裏來呢？話雖如此，其實在羅素講演之前，我國並非果真沒有人去研究過。譬如一九一七年出版的學藝一卷二號裏面許崇清先生的再批判蔡子民先生信教自由會演說之訂正……已經提及此事，並且還舉有一個有名的例來作印證。後來文元模先生也在學藝二卷二號和四號裏作過簡單的介紹，惜乎他們兩位都不是外國人，所以挑發不起一般人底好奇心，都將他們說的話，視爲河漢罷了。現在適値愛因斯坦將次來華講演，我們一面預備歡迎他，一面就不可再蹈這種盲從的惡習，務必要踏踏實實的將他真正的價値研究一下，要不然，恐怕不特我們這

一番景仰思慕的感懷，無由表示，就是愛因斯坦先生對於這樣毫無了解的歡迎也決不會表示滿意呢。

既然要想明白他的真正價值，說不得只好拋棄了「王道」的妄想，認認真真的將相對性原理的由來，經過內容變遷，應用的範圍，將來的發展，一一敘述出來。但是若要詳細的說明，只好請去看專書，本文限於篇幅，不過約畧敘述一個概略罷了。

二 相對性原理的起源

研究自然科學的方法，是要將由種種自然現象得來的經驗，統括起來，抽出各種概念，然後纔能具有客觀的性質；這些概念又要徵諸各種實驗，如其能彀符合，然後纔有實在的性質。所以要判斷各種觀念以及用論理的方法由觀念演繹出來的結論，究竟是否合理，除了實驗而外，實在沒有別樣方法。現在專就電磁學一部分而言，歷來對於運動物體得出來的理論上的結果，和實驗固然不符，就是那結果自身，也有自相衝突的地方。試引一個例來說：設如有一個磁石向着一個固定的導體，作一直線的運動，這個時候得出來的理論上的結果，是一樣。又如有一個導體，向着一個固定着的磁石，作一直線的運動，這個時候得出來的理論上的結果，又是一樣。兩者截然不同。但是一方面用實驗精密觀測起來，結果完全一樣，絲毫的區別也沒有。換句話說；只要一個磁石和一個導體之間，有了相對的直線運動，不問誰動誰靜，都是完全一樣的。從前的理論既不能解釋這個實驗的結果。當然是從前的理論的謬誤，非得改造一番不可。

不但如此，自從惠根司（Huygehns）創出光的波動說以來，為便於想像起見，於是遂假定真空中有一種傳達光波作用的媒質存在，這種媒質名之

曰『能媒』(Ether)。這種能媒由種種方面推究起來，真要算得是一種奇妙不可名狀的東西。據一八〇四年楊(Young)的星行差(Aberration)的理論推起來，望遠鏡裏面的能媒，和望遠鏡的運動，似乎完全沒有關係。要不然就和星行差的實驗結果，不能相符。但是據傅勒涅爾(Fresnel)推想起來，非將物質內的能媒分作兩部分來看不可。一部分和物質同時以同一的速度運動，一部分却絲毫也不受物質的運動的影響。要不然，那費左(Fizeau)的水管實驗就不能彀說明。再由一方面說起來，還有邁克爾遜和莫勒(Michelson and Morley)的實驗，羅季(Lodge)的實驗，羅蘭(Rowland)的實驗，呂勒和白拉斯(Rayleigh and Brace)的實驗，屠羅頓和諾白爾(Trouton and Noble)的實驗等，又都非假定能媒和地球完全以同一的速度運動不可。這三種假定同是由實驗得來，而又彼此決不相容，孰是孰非？直是無從判斷。能媒的奇妙地方還不止此，還有他的構成彈性的性質，能媒的縱波，能媒速度和極化面(Plane of polarization)的關係，對於這種種的問題，莫不疑雲四起，簡直無從解決。蒲朗克(Planck)批評說：要想解決這些問題的勞力，和要造永久機關(Perpetual mobile)是在同一的階級。(見一九一〇年九月二十三日蒲朗克在闕尼西堡(Königsburg)開的德意志自然科學者及醫學者大會中的講演錄)

由上所述，舊電磁學對於運動物體的理論，和能媒的性質，都和實驗絕對不能相容，大約可以明白的了。我們所信為正當的一切議論，都是用論理學的方法推導出來的。論理學的系統裏面，絕對不能含有互相矛盾的要素。現在既然發生了這種矛盾出來，非有相當的說明將他除去不可。要不然，我們的全論理系統都要動搖起來了。提出這種相當的

說明同時有兩個人，一個是愛爾蘭的費志結拉爾(Fitzgerald 見 Nature, June 16, 1892) 一個是荷蘭的羅倫徹(Lorentz 見他著的 Versuch einer Theorie der elektrischen und optischen Erscheinungen in bewegten Körpern; Leiden, E. J. Brill, 1895) 他們是假定一切物體在運動方向的長度，應當起相當的收縮；其收縮的比例爲

$$\beta = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}。$$

這個假說喚做收縮說(Contraction Hypotheses)，若果承認了這個假說，能媒的自相矛盾的性質，就不至於發生了。一方面羅倫徹又由種種複雜的電磁理論，求得一種座標軸的變換，來處理各種電磁現象。這種變換方法喚做羅倫徹變換(Lorentz Transformation)，其式如下：

$$\left.\begin{aligned} x' &= \beta(x - vt) \\ y' &= y \\ z' &= z \\ t' &= \beta\left(t - \frac{vx}{c^2}\right) \end{aligned}\right\} \cdots\cdots\cdots(1)$$

用這種座標系的變換來處理前面所舉的例，就沒有絲毫和實驗結果不符的地方。

這些研究要算是相對性原理的端緒，沒有這些經過，相對性原理也不會發生的。試看一九一六年愛因斯坦追悼馬哈(Mach)的演說裏面，就說過：『馬哈在幼年時代，業已悟及牛頓的絕對空間時間爲不合理。只可惜當時一般學者對於這一方面的研究太少，不足以供給他的參考。要不然，他早已達到我們現在的相對性原理，也說不定呢。』由此可知相對性原理，決非一朝一夕所能成就，也決非愛因斯坦一人之力所能辦到。他的真正價值是在能彀將前人所得的種種結果，綜合起來，自成一個系統。不特能彀將許多歷來所不能解決的問題，一一解釋出來，並且還由這裏面，用論理的方法，推出許多夢想所不到的結論，這就是現在所謂的相對性原理了。

三、特殊相對性原理

愛因斯坦的相對性原理，共分兩步：第一步名叫特殊相對性原理(Special theory of relativity)，是一九〇五年發表的專論有相對等速運動的座標系間的關係。第二步名叫普遍相對性原理 (General theory of relativity)，是後來在一九一六年發表的。一般有相對變速運動的體系，都包含進內，比較第一步的性質，尤其普遍。現在我們先將他那特殊相對性原理的內容，敘述一下。

凡是對於地球靜止不動的體系上的一切電磁現象，都可以完全用馬克斯威爾 (Maxwell) 的基礎方程式來處理。但是若果體系對於地球，有相對的等速運動，就非另外想法來處理不可。愛因斯坦於是遂立了兩個假說：

(1)相對性原理假說　凡在有相對等速運動的體系上面，表同一物理學定律，其式恆不變；

(2)光速不變假說　光在真空中進行的速度，其值恆不變，與光源和觀測者間的相對等速運動，毫無關係。

由這兩個假定，遂得出種種的結果。其最重要的，共有三種：即力學方面的影響，電磁學方面的影響，和電子力學方面的影響。以下逐條略述如下。

力學方面的影響　如有 S S' 兩個體系，彼此的座標軸各各平行，沿着 Ox 和 Ox' 方向，彼此作相對的等速運動，其速度為 v。這個時候，在兩個體系上的觀測者，觀測時間和空間的標準，須得要滿足下列的條件：

$$x'^2+y'^2+z'^2-c^2t'^2=x^2+y^2+z^2-c^2t^2$$

能彀滿足這個條件的座標，就是前節所述的羅倫徹轉換，即是(1)式。在這兩個體系上面的觀測者，既受了這個條件，就覺得：

（1）我這體系上面沿着 Ox （或 $O'x'$）方向測出來的長度 l，在他那體系上面，就變成了 βl，所以他的空間比我的空間縮短了 β 倍。

（2）我這體系上面測出來的時間 t，在他那個體系上面，就變成 $\frac{t}{\beta}$，所以他的時間比我的時間延長了 β 倍。

（3）他那個體系上面以爲是同一時刻發生的事件，在我這體系上，並不同時。

這是兩系上的觀測者，彼此不能一致的地方。

再由（1）式卽羅倫徹轉換，可以求得

$$\frac{dx'}{dt'}=\frac{\frac{dx}{dt}-v}{1-\frac{v}{c^2}\frac{dx}{dt}}$$

由此可知若是有一個沿着 Ox 或 $O'x'$ 方向運動着的物體，他的速度在 S 系的觀測者看去是 V，在 S' 系的觀測者看去是 V'，那麼，

$$V=\frac{V'+v}{1+\frac{V'v}{c^2}}$$

這個計算，和前面說過的費左的水管實驗，完全一致，又和後來馬約拉那（Majorana）的動鏡實驗相符。

再由這個式子，可以知道速度相加的結果，具有一種特別的性質。譬如 V' 和 v 都比 c 小，那麼，我們可以將他寫作

$$V'=c-\epsilon,\quad v=c-\eta$$

代入上面的式子，結果成爲

$$V=\frac{1}{1+\frac{\epsilon\eta}{2c^2\left(1-\frac{\epsilon+\eta}{2c}\right)}}c$$

因爲 ϵ，η 都比 c 小，所以 $\left(1-\frac{\epsilon+\eta}{2}\right)$ 是正數，故 V 應該比 c 小。卽是說：凡比 c 小的速度相加起來，結果仍然還是小於 c。並且到了極限，若果 ϵ 成爲零，V

就等於 c。這是愛因斯坦第二個假說當然的結果。又若同時 v 也成了零，那個時候的 v 等於 c，結果 V 也和 c 相等。即是兩個和 c 相等的速度相加起來仍然還是和 c 相等。這種性質和尋常數學裏面的無限大的性質完全一樣，無論加些東西進去，或是減些出來，仍不損其絲毫，真要算是一種很特別的量了。

電磁學方面的影響　設有一個電子，沿着 Ox 方向，以速度 v 在自由空間裏面運動，將愛因斯坦的第一假說和(1)式，代入馬克斯威爾的方程式裏去，結果即得

$$\left.\begin{aligned} &\mathfrak{E}'_x=\mathfrak{E}_x & &\mathfrak{H}'_x=\mathfrak{H}_x \\ &\mathfrak{E}'_y=\beta\left(\mathfrak{E}_y-\frac{v}{c}\mathfrak{H}_z\right) & &\mathfrak{H}'_y=\beta\left(\mathfrak{H}_y+\frac{v}{c}\mathfrak{E}_z\right) \\ &\mathfrak{E}'_z=\beta\left(\mathfrak{E}_z+\frac{v}{c}\mathfrak{H}_y\right) & &\mathfrak{H}'_z=\beta\left(\mathfrak{H}_z-\frac{v}{c}\mathfrak{E}_y\right) \\ & & \rho'=\beta\rho\left(1-\frac{vV}{c^2}\right) & \end{aligned}\right\}\quad(2)$$

由這個式子看去，可以知道電子上的荷電，在有相對等速運動的體系上觀測起去，都是完全同一的。

由這些計算，更可以推出下列的各種結論：

(1)都卜勒效應 (Doppler's effect)　如以 f f' 表兩系中所測得的周數 (Frequency) 都卜勒定律的一般形式應當改造過成為

$$f'=f\left(\frac{1-\frac{v}{c}}{1+\frac{v}{c}}\right)^{\frac{1}{2}}$$

方為適當。

(2)星行差公式　如以地球運動的方向為 x 軸，x' 系固定於地球，由星發來之光與 x 所作之角命為 θ。由 x' 系觀測光線與 x' 軸所作之角，命為 ϕ'，則星行差公式應當改造成為

$$\frac{\sin\alpha}{\sin\phi'}=\beta\left(\cos\theta-\frac{v}{c}\right)-\cos\theta$$

方屬合理。式中的 α，表行差角，其值等於 $\theta-\phi'$

（3）動鏡上作用之光壓(Light pressure)如以P表鏡面單位面積在單位時間內所受之光壓，A表電磁力的振幅則得

$$P=2\frac{A^2}{8\pi}\frac{\left(\cos\phi-\frac{v}{c}\right)^2}{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2}$$

此外尙有反射定律，運動荷電所生之電磁場公式等也都非改造過不可。不過改造的結果和舊力學不同的地方都很微小，所以要想用實驗去證明是很不容易的。

電子力學方面的影響　愛因斯坦在這裏又添加了一個假定說是一切的電子都具有一個常數，這個常數如用m來表，那麼只有電子對於座標系是相對的靜止那一瞬間纔能滿足

$$力=m\times加速度$$

這個條件。在一般的時候，卻不能再用這個式子。至於對於其他的體系，這運動方程式當用

$$m\beta^3\frac{d^2x}{dt^2}=e\mathfrak{E}_x,$$

$$m\beta\frac{d^2y}{dt^2}=e\left(\mathfrak{E}_y-\frac{v}{c}\mathfrak{H}_z\right)$$

$$m\beta\frac{d^2z}{dt^2}=e\left(\mathfrak{E}_z-\frac{v}{c}\mathfrak{H}_y\right)$$

方爲合理。式中的e是電子具有的荷電，v是電子的速度，其方向和x軸一致。第一式固勿庸說，第二第三兩式和布黑勒(Bucherer)實驗的結果完全一樣。

如將上式的右邊看成是作用於電子上的力的成分，又欲保存着

$$力=質量\times加速度$$

的關係，那麼就不能不將質量分成縱質量(Longitudinal mass)和橫質量(Transversal mass)的兩種來論，他們的定義如下：

$$縱質量=m\beta^3$$

$$橫質量=m\beta$$

前式的左邊,又可改寫成對稱的形式,卽

$\frac{d}{dt}(m\beta\frac{dx}{dt})$, $\frac{d}{dt}(m\beta\frac{dy}{dt})$, $\frac{d}{dt}(m\beta\frac{dz}{dt})$, 由此可以得下列各種定義:

質量(M)＝低速之質量×β

運動量 ＝ 質量×速度

力 ＝ 運動量之變化率

如再將功能的定義改作

功 ＝ 力×變位

動能 ＝ Mc^2＋常數＝$m\beta c^2$＋常數

即可得關於電子的功能定律如下:

作用於電子之功＝動能之增加

如將動能中之常數作爲$-mc^2$則在$\frac{v}{c}$之值甚小時,動能卽成爲$\frac{1}{2}mc^2$與牛頓力學恰相符。

如以Π表波因亭向量(Poynting's vector),又將單位容積的場運動量(Momentum of Field)定作$\frac{\Pi}{c^2}$,就可以由馬克斯威爾的方程式推出四個關係式來,表明運動量常住(Conservation of momentum)和能常住(Conservation of Energy)的關係。由氫的景線(Spectral lines)觀測,和陰極線的觀測(見顧埃和拉方其Guye and Lavanchy的實驗)都足以證明這個結果和事實相符。

以上所舉各節,是特殊相對性原理推演出來的各種重要的結論,不特是理論上應有的結果,並且還有種種的實驗來作根據。由此可知舊時的力學和電磁學,幾乎沒有一處不要受根本的改造了。

本節所用的符號,雖和愛因斯坦於一九〇五年發表的那篇原文,略有不同,但是內容却完全是由那上面摘取下來的,如要希望了解這些結論的詳細由來,或是請讀他的原作,或是讀

Laue: Die Relativitätstheorie, 1919

Weyl: Raum-Zeit-materie, 1921

都可以。

愛因斯坦的特殊相對性原理的觀念和歷來的觀念，迥然不同，運算又稍微煩雜一點，所以使人難於領會。後來閔可夫斯奇（Minkowski）將他化成一種純粹的幾何學，（見 Minkowski: Raum und Zeit, Physikalische Zeitschrift 1908）不特將愛因斯坦所用的算式的觀念分析清楚，並且還將時間和空間的相對性的基礎觀念也弄得個明明白白，無怪乎他自誇說是純粹數學的大凱歌呢。

四　普遍相對性原理

前節所述的各種關係，皆是對於作相對等速運動的體系方能有效。若是作相對加速運動的體系，就不能適用了。於是愛因斯坦又將他的研究大加擴充，將所有一切的相對運動，全都包括進去，成了普遍相對性原理。以前所下的假定，到此也就不能不決然捨去，另外立下幾個範圍較爲廣汎，意義較爲普遍的假定，來作代替。假定共有六個，略述如下：

（1）假定在宇宙空間的極小部分內，可以選擇適當的座標系，使特殊相對性原理能彀完全適用。具體的說起來，卽是假定表兩個事件的事間 ds，仍然是一個絕對不變的量，和在特殊相對性原理時一樣。不過普遍相對性原理須得用廣座標（Generalised coordinate）卽一宇宙點的座標是 x_1 x_2 x_3 x_4，各爲 x y z t 的任意函數。事間的算式當爲

$$ds^2 = \Sigma\Sigma g_{rs} dx_r dx_s$$

式中的 r 和 s，表1至4之各數，g 則爲 x_1 x_2 x_3 x_4 的函數。

（2）假定一切的物理學定律，通可以用同一形式的方程式來表，不因座標系不同而有差異。如有和這個條件不能相容的定律，都非改造過不可。如像牛頓的宇宙引力定律卽其一例。

（3）等價原則（Principle of Equivalence）這

個假說是說：一點或一極小部分上作用的宇宙引力，和因變換座標系而發生的場力，是互相對等的，所以無論用怎樣的實驗方法，都不能將這兩種力的不同的地方發見出來。換句話說，這個假定以爲宇宙引力是一種幾何學的性質的東西，由於座標軸系的轉換發生出來的，和物質的本來性質，完全沒有關係。

(4)假定在引力場內運動着的質點，其所經過的路程，應當用

$$\delta\int ds=0$$

來表。若是沒有引力場存在，這個式就變成牛頓的運動第一定律了。這個假定是說，質點在引力場裏面，不能沿着直線方向進行，只能沿着「最短距離線」(Geodesics)進行。換句話說，有引力場的地方，那空間就和沒有引力存在的空間性質不同，好像似起了一種彎曲的一般。沒有引力存在的空間，那最短距離線就是直線，所以和牛頓力學一樣；但是有了引力，最短距離線就不成其爲直線了。愛因斯坦對於宇宙構成的觀念，完全出於這個假定。

(5)事間方程式的右邊裏面含着若干個的g，這些係數因所用的座標系不同，可以取種種的形式。具體的說來，通常曲面論裏面表最短距離線的時候，其所選用的獨立變數不同，同一最短距離線的方程式，也有種種的形狀，就是這個意思。但是曲面論中這種種形狀的方程式，並非漫無限制，可以任意得來的。總得要能夠滿足幾個表曲面內部性質的條件，纔能適用。所以事間方程式裏面的係數g，也得要滿足若干個微分方程式，方能合理，不是絕對不受制限的。這些微分方程式，究竟應該怎樣定奪，完全在乎我們的假定。愛因斯坦所設的假定，却是將收縮李曼基利司徒肥爾張量(Contracted Riemann-Christoffel tensor)等於零，用來作爲這

個條件。即是

$$B^{\rho}_{\mu\nu\rho}=0$$

這一個式裏面除開恆等式無庸計較而外，一共包含着有六個獨立的微分方程式。愛因斯坦的假定，以爲事間方程式中所有的 g，都要能夠滿足這六個獨立的微分方程式。這樣的假定看起去似乎好像未免過於任意，其實還是由普遍相對性原理的第二假定所要求的。第二假定要求一切表物理學定律的算式，對於一切的座標系保持同一的形式。滿足這個要求的最簡單的條件，自不消說是引力場不存在的時候了。其次簡單條件，就是現在的這六個微分方程式。這樣看來，這個假定，並不能說是完全隨意定下來的啊。愛因斯坦的宇宙引力論，就是由這個假定生出來的要算是普遍相對性原理中最重要的一項。

(6)假定引力場的能，具有引力的作用，如像通常的物質一樣。由這個假定，可以求出一個極重要的方程式來，即是

$$T^{\lambda}_{\mu\lambda}=\frac{\partial T^{\lambda}_{\mu}}{\partial x_{\lambda}}-\left\{{\lambda\mu \atop \epsilon}\right\}T^{\lambda}_{\epsilon}+\left\{{\lambda\epsilon \atop \lambda}\right\}T^{\epsilon}_{\mu}=0$$

這一個式子，不特同時表明質量常住定律和能常住定律，並且又是流體力學和彈性學的基礎方程式。式中的 T^{λ}_{μ} 喚做能張量(Energy tensor)舉凡能，質量，運動量以及應力等，莫不包含在裏面。

以上所述六個假定，是普遍相對性原理的基礎，一切的議論，都是從這六個假定用數學的方法演繹出來的。最重要的結論，約有四種，分條略述如下：

(1)物質存在處爲非歐几里得空間　用愛因斯坦的宇宙引力定律來求事間的方程式，最好是將座標改作極座標(Polar coordinates)即是用

$$x_1=r,\ x_2=\theta,\ x_3=\phi,\ x_4=t$$

結果即成

$$ds^2=\left(1-\frac{2m}{r}\right)dt^2-\left(1-\frac{2m}{r}\right)^{-1}dr^2-r^2d\theta^2-r^2\sin^2\theta d\phi^2$$

由這個式子，可以斷定物質附近的三次元空間，和通常的歐幾里得空間，完全不同。譬如在一定時間之內，用一條刻有尺度的棒，去測 ds 的長，dt 當然等於零，而測出來的 ds，當然是通常三次元空間內的長度。前式卽變爲

$$ds^2 = -\left(1-\frac{2m}{r}\right)^{-1}dr^2 - r^2d\theta^2 - r^2\sin^2\theta d\phi^2$$

如沿着 r 的方向，用棒去測，那麽 θ 和 ϕ 都是常數結局得出來的長當成

$$ds = \left(1-\frac{2m}{r}\right)^{-\frac{1}{2}}dr$$

這個結果的意思，是說所用的棒，好像縮短了一般。縮過後的長和原來的長之比，等於 $\sqrt{1-\frac{2m}{r}}:1$ 所以用棒沿着直徑方向測出來的長，要用 $\sqrt{1-\frac{2m}{r}}$ 來除過，纔和沒有物質存在時候測出來的一樣。但是若果用棒沿着和 r 成垂直的方向，卽是沿着以原點爲中心的球面上，去測出來的長，却又不然。因爲同一球面上的各點的 r，都是同一的常數，dr 應等於 0，所以 ds 的式子，變成

$$ds^2 = r^2d\theta^2 + r^2\sin^2\theta d\phi^2$$

和歐几里得空間，完全是一樣。照着這樣推論起來，引力場存在的空間裏，歐几里得的幾何學，完全不能適用，非用李曼的幾何學來代替他不可。如像句股形的定理卽其一例。但是像一九二一年彭勒非(Painleve) 的計算，ds 的式子和愛因斯坦算出來的不同。若果用彭勒非的式子，就不至於有這種奇異的結果發生出來。究竟孰是孰非，現在還不能決定。

(2) 水星近日點 (Perihelion of Mercury) 決定水星軌道的方程式，照普遍相對性原理計算起來，應當是

$$\frac{d^2u}{d\phi^2}+u=\frac{m}{h^2}(1+3h^2u^2)$$

和牛頓力學不同的地方，就只多了 $(3mu^2)$ 一項，其

值雖不大，然他的關係却是很重要的。這個微分方程式的近似解如下

$$u=\frac{m}{h^2}\{1+e\cos(\phi-d\omega)\}$$

由這個結果推算起來，水星每繞行太陽一次，近日點卽向着水星運動的方向移動 $d\omega$，卽

$$d\omega=\frac{3m^2}{h^2}2\pi=\frac{3m}{a(1-e^2)}\times 2\pi$$

一年之中，水星共繞行太陽4.152次，每百年水星繞行太陽415.2次，故水星近日點每一百年之後，應當向着水星運動的方向移動

$$\frac{3m}{a(1-e^2)}\times 2\pi\times 415.2\times 1296000=42''.9$$

和實測的結果完全一致。本年顧羅斯曼(Grossmann)復將舊時水星近日點位置的觀測，和牛頓力學理論不能相符的地方，再拿來精密計算一次，其結果以爲百年間只應該移動38″若果顧羅斯曼的計算沒有錯誤，那麼，這個結果也就應該還有相當修改的必要。不過相差既如此微小，當然無損於普遍相對性原理的價值。況且前年安達遜(Anderson)何嘗不曾指摘過這層推論的不確呢？後來纔知道遺漏了一項，仍然還是愛因斯坦的勝利。或許顧羅斯曼也是相類的失敗，正未可定。

(3)引力場內光線之偏斜(Deflection of Light ray) 據愛因斯坦的推論，光線在引力場內的運動方程式當爲

$$\frac{d^2u}{d\phi^2}+u=3mu^2$$

通常 u 的值很小，所以若是將右邊的 $3mu^2$ 一項略去，卽成一條直線；如不略去，光線所經的路徑，就不得不由直線一變而爲曲線了。試就切着太陽面通過的星光，加以計算，共應偏斜1.75秒的角度。和一九一九年五月日蝕觀測的結果完全一致。和前節計算水星軌道的方程式比較起來看，$3mu^2$ 一項

兩處都有，這裏只少了 $\frac{m}{h^2}$ 的一項。所以在牛頓力學裏面光線顯不出引力的作用出來。但是在普遍相對性原理裏面光線和物質都同時要受 $3mu^2$ 一項的影響；和物質與非物質絲毫沒有關係；完全是由宇宙空間的一種幾何學的性質生出來的。這個結果，對於物質周圍的空間係非歐几里得空間的假說是一個很有力的證明。一方面由特殊相對性原理說起來，一切的能都有質量，光線既然是能，當然也有相當的質量了。由這一層計算光線通過太陽引力場的偏斜，只得 0.87 秒的角度，恰如愛因斯坦計算的一半，與實驗不符，所以不能成立。要不然，豈不又將牛頓的光素說復辟了嗎？我們既然承認了光線在引力場內當生偏斜，那麼，換過來想，物質周圍的空間，好像似有一種具有屈折率的透明物質瀰漫着的一般。如以 ν 表屈折率，v 表光線進行的速度，m 表物質的質量，r 表光線和 m 相隔的最近距離，則得

$$\nu=\frac{1}{v}=\frac{\left(1+\frac{2m}{r}\right)^2}{\left(1-\frac{2m}{r}\right)}.$$

如果 m 的值和 $2r$ 相等，v 卽等於0。現在太陽的 m 合 1.47 粁，r 則爲 6.67×10^5 粁，v 當然不成爲0。但是無論如何，光線總不能通過 $\frac{m}{2}$ 以內的地方。所以若是假設太陽的質量固定不變，只是太陽的體積漸次收縮下去，到了他的半徑成爲0.73粁的時候，所有一切的光線到了太陽的表面，其速度全都變成了零。換句話說，由太陽發出來的光線，永久也不能傳出外面去一步。因此太陽就不得不一變而爲絕對的暗黑了。從前黑姆霍志(Helmholtz)曾經主張說是太陽的體積，逐漸的在那裏收縮。若果我們也承認他這個說法，那麼必竟會有一天，太陽的直徑縮成0.73粁的，到了這個時候，全地球都變成了一個暗黑世界，宗教家所謂的世界之末日，

恐怕並非絕對不能實現的啊。

(4)景線的移動 (Displacement of spectral line) 由事間的公式，可以推出太陽上的時間，和地球上的時間，不能相同。如以 dt 表太陽上的時間，dt' 表地球上的時間，那麼這兩者之間，應該有一定的關係，卽是

$$dt = 1.0000021\, dt'$$

如就一秒來說，卽是太陽上的一秒，要比地球上的一秒略微長些。一方面各種光波振動一次所需的時間，可以由與之相當的景線位置去求。就同一光波推論起來，其振動一次在太陽上面所需的 dt，應當比地球上面的 dt' 略大一點。卽是在太陽上面觀測出來的景線的波長，應該比在地球上面觀測出來的，略長一些。所以若是同一原素的原子，一方面在太陽上面振動，一方面在地球上面振動，如是傳來的光波的景線的波長，決不相同。由太陽傳來的景線的波長總要比在地球上面振動着的，略長一些。換句話說，就是太陽傳來的景線應當向着紅色的一端略微移動一些。譬如在地球上面波長等於 4000 Å. U. 的光波，由太陽傳來的時候，應當移動

$$0.0000021 \times 4000 = 0.0084\,\text{Å. U.}$$

這個結論，和前面的幾種性質大不相同。前面的幾種，很不容易得實測的機會。這個結論則無論何時何地，都好實驗。所以對於這個結論發表出來的意見，特別的多。有許多人的結果，完全沒有這種移動表現出來。又有些人的結果，有是的確有了一些移動，但是數值却沒有這麼大。比較最近而又最可靠的當推顧勒白 (Grebe) 的計算 (Zeitschrift für Physik, 41, P. 105, 1921) 將應有盡有的各種修正，一起加入進去，結局得出來的移動，應爲 0.08 Å. U. 和愛因斯坦的計算，可以說是完全符合。

以上所舉四條，都是愛因斯坦由普遍相對性原

理推出來的數理上的結論，但是各條都同一樣的有實驗結果來作證明。果使有一條和實驗不符，容或令人不敢置信。但是既得了這樣圓滿的結果，當然沒有可疑的餘地了。

五　愛因斯坦的宇宙觀

愛因斯坦自從完成了普遍相對性理論之後，即本着這個原理，推廣開去，來解決其他的問題。於一九一七年在 Sitzungsberichten der Preussischen Akad. d. Wissenschaften, P. 142 上發表了一篇文章，名叫普遍相對性原理的宇宙觀 (Kosmologische Betrachtungen zur allgemeinen Relativtiätstheorie) 據他的推論結果，凡有物質存在的空間，皆發生一種曲率，物質的總量既然一定，曲率當然也是一個常數，所以宇宙的空間應該是一種球空間，球空間的半徑，即和宇宙內所有的全質量為比例。如以 R 表宇宙球空間的半徑，由普遍相對性原理計算起來，R 約等於地球和太陽的距離的 10^{12} 倍，而宇宙內的全物質總量，應等於 $\frac{\pi R}{2}$。太陽的質量為 1.447 粁；一個恆星系的質量，約合太陽質量的 10^{9} 倍；假定螺狀星雲 (Spiral Nebulae) 中含有一百萬個這樣的恆星系；將這各項的質量總加起來，所能造成的球空間，其半徑也只不過 10^{15} 粁。就是我們目力所能看見的各個星體的平均距離，也還比這個數值大得多。由此看來，愛因斯坦的宇宙論所要求的物質，大部分都是我們還未曾發見過的，這些部分的物質，可以喚做宇宙物質 (World-mater)。

再將球空間的性質推究起去，還有種種奇妙的結論發生出來。一個星體的視差 (Parallax) 隨着距離以為轉移，距離愈遠，視差愈小，距離到了 $\frac{\pi R}{2}$ 的時候，視差即等於零；過此以往，即成負數，到了距離等於 πR 的時候，視差恰等於 $-90°$。所以要是光線不

受吸收的作用，我們一定可以在空間裏面發見一個反太陽（Anti-sun）位置和太陽恰在反對的地方，體積光度和太陽完全一樣。一切的光線繞行球空間一週之後，都在這裏集合起來造成焦點。這個反太陽，並不是由現在的太陽位置發出來的光線造成的，乃是數百萬年前太陽還在恆星系中別一位置的時候發出來的光線造成的。由這個位置上的差異，就不難發見絕對運動出來。不但如此，宇宙論認爲物質在空間裏面是均勻的分布着的，所以空間的性質是對稱的。時間却因爲有無限的過程，所以不能和空間成對稱。照着這樣說來，閔可夫斯奇的四次元宇宙應當由「宇宙的球空間」和「垂直於球空間的無限時間」兩個元素構成；卽是四次元中的一種圓柱空間(Cylindrical space)。沿着這個圓柱空間的無限直線方向去測出來的，當然是絕對時間了。這種種結論都和相對性原理的根本性質衝突，不能不令人啓疑，所以反對這個意見的人很不少。後來荷蘭的杜季達（De Sitter, "Monthly Notices, November, 1917）另外發表了一個意見，將時間和空間一律作成對稱的關係，這樣一來卽可免去了絕對時間的弊病。並且依他的計算，距觀測者的距離愈遠，事間的長度愈短；到了球空間的對向點的時候，事間卽消歸烏有；光的速度因此也就不得不等於零。換句話說；光線永久不能通過這一點，所以反太陽無從發生，絕對運動自然也就不成問題了。但是季達的這個學說，從另一方面推究起來，景線的移動和空間的彎曲同出於空間自身的幾何學性質和物質的存在，並沒有關係。這又和相對性原理不能一致了。這層問題，關係很重，究竟應當怎樣將這種種的意見修改，纔能免去矛盾，現時還不能徹解決。

六　愛因斯坦的能媒觀

在第二節裏面也曾說過，能媒的性質完全出於學者任意的假定，因為要說明許多自然現象，於是能媒就不得不具有種種不同的性質。這些性質彼此不能相容，於是纔發生出相對性原理的思想。若照相對性原理推論起去，並不必一定要有這種自相矛盾的能媒，也可以說明那許多的現象。這樣一來，能媒的效用也就失掉了。但是電磁力或其他的作用在空間究竟怎樣傳達，對於這一層還不能無疑。光也好，電磁力也好，只能在物質上面，方可顯露出來。要是沒有物質，在那裏空虛的空間裏面，當然也就沒有可以觀測的對象存在。只能說是由一個物質體發出來的作用，經過若干時刻之後，卽在另一個物質體上面現露出來。至於由發出以至現露，其間究竟是怎樣的狀況，純粹是假想的，可以任隨我們去定。只不過要受一個限制，使在物質上觀測出來的變化，總得要具有一種可以透視的關係。除此而外，隨便怎樣都行。愛因斯坦因此將從前那種自相矛盾的能媒的物質性，完全取去，另外給他下了一個定義。卽是將引力場和電磁場充滿着的空虛的空間，喚作能媒。名字雖然仍舊沿用這兩個字，却是並沒有一毫物質媒體的性質。換句話說，卽是這種新定義的能媒裏面，並無所謂固定的點，所以和能媒作相對運動的話，完全沒有意識。這樣一來，不特免去了前面所說的那些矛盾，並且還有種種的利益。究竟這種見解能彀生出何種結果？是否於空間時間觀念的發展有礙，此刻也還不容易判斷。

七 外爾相對論的新擴張

相對性原理最初是由電磁現象入手的。後來因為要將宇宙引力的關係包括進去，才成了普遍相對性原理。但是普遍相對性原理裏面，却並沒有電磁的關係。這不能不說是一個缺憾。外爾（Weyl）

因此想將普遍相對性原理，再爲推廣開去，將電磁力的作用，也用宇宙空間內的幾何學變化來說明。他的這個意思，曾經修改的幾次，纔成了他的那一本有名的著作，喚做空間時間物質 (Raum-Zeit-Materie, 4 Aufl. 1921)。他以爲李曼幾何學上的空間中的微小線分的長度，和宇宙測度 Weltmetrik 應當有共變的關係，並非絕對不變的。(見原書第二五六頁) 因此將這個共變的關係求出來，應用到閔可夫斯奇的宇宙空間裏去。據他得出來結果而論，空間發生的變形，固然是由於引力場的影響，但是測度的變化，却不能不歸之於電磁場的作用。四次元空間有四個獨立變數，所以他的測度變化，要由四個獨立的量纔能決定。他就用這四個量來表電磁勢 (Electromagnetic Potential)，由此求得電量常住的定律。這些結果對於電子方面的影響很大，如像說明電子的構造，由於量子，即其一端。並且原子電子等的性質，因受電磁場的影響，不得不發生變化。這些變化，一直保存下去，決不至於頃刻即滅。所以現在的性質和從前的經歷，有密切的關係。又宇宙內物質全體的質量，若使能和宇宙空間的曲率成一定的比例，那麼質量常住的定律也可以成立。所以宇宙空間的曲率對於物質的基本性質，有絕大的關係；不但如此，並且還可以用作觀測時空的標準。因此要算是唯一重要的量。

上述各種結論，是外爾將相對性原理擴張後推出來的，因爲他的着眼點，比愛因斯坦尤其進了一步，計算也要煩難些，所以他的發展，恐怕更不容易。不過現在一般的相對學者，對於他的這種議論，都在盡力的去討究，前途的希望必定不少，這是可以斷言的。

八　結論

以上各節僅將極重要的結果摘錄一二出來作爲一個介紹。其實未曾提及的地方，還十百於此。本來這個原理原是一種數理的現象化，所以處處離不了數學。數理太深了，固然不便錄出，還有許多議論，決非數語所能完事，與其因爲簡單的緣故，引起誤解，轉不如一律從略。所以這篇文章，卽令作成相對性原理的一個節略來看，也還嫌他未免太過於不完備了。但是若要完備，恐怕每節至少也得要數十萬字，方能敘述明白。還有各家的批評，以及哲學方面的影響，不在其內。由此看來，掛一漏萬的毛病，不必要他人指摘，就是自己也就早已悟到的了。不過作者的希望，是要一般未曾研究過相對性原理而又不至於被那些繁難數學式子將勇氣嚇退的人，讀過了這一篇文章以後，能彀得着一個概念，知道相對性原理的根本觀念是怎樣得來的？他的內容究竟是些什麼東西？他的現在，到了一個什麼程度？他的將來，可以望怎樣的發展？有了這樣一個準備，然後再去聽愛因斯坦的講演，纔能得着真正的了解，也纔能判斷他的真正價值，並且也不至於辜負了他遠道來給我們講演的這一番盛意啊！

一一、一一、二六

相對論及其產生前後之科學狀況

李潤章

自從愛因斯坦(Einstein)氏於一九〇五年發表狹義相對論於一九一二年發表普通相對論以後，科學狀況，大爲改變。我現在選擇這個題目，一方略略的說說相對論之由來及其影響；一方把相對論未產生前及既產生後之科學狀況拿來作一種比較的研究。我這個題目，範圍甚大，本篇限於篇幅，不能處處詳細的講，所以有的地方不能不簡單的說；或竟忽略過去。這一層要先請讀者原諒。

我這篇文字裏頭各種專書的材料，我全採取了不少。但是採取法國相對論專家法蘭西學院(College de France)教授郎日曼(Langevin)氏一九二二年五月三十日在巴黎總學生會講演中的材料爲最多。這一層亦要先告讀者知道。

現在要想知道相對論在科學上所占的位置及其影響，須先知道相對論出現以前的科學狀況。這種科學狀況，可按照孔德(August Comte)氏的科學分類，略爲說明：

占科學的最高點，亦可說是科學的基礎，就是幾何學。幾何學是講空間的科學。這個空間的性質，就以我們平常所學的歐几里得(Euclide)氏幾何學之定律表明之。這種定律，全是受幾個原則(Postulats)的支配。各原則之中，有一個最重要的，就是：「經過一點，僅能與任一直線作一平行線」的原則。其他各科學如力學天文學物理學化學生物學等所研究的各種現象，全在上邊界說所定的空間裏頭。

但是歐几里得氏的幾何學，不是獨一無二不可更動的。拉把車斯齊(Labatchewsky)氏，把利也(Balyai)氏，苟斯(Gauss)氏，李曼(Riemann)氏等曾證明於歐几里得氏的幾何以外，尚可有他種幾何。樸蔭開賚(Henri Poincare)氏曾引申此義更發揮而光大之。

若不用歐几里得氏的原則，而代以他之原則，卽可得「非歐几里得氏的幾何」與「歐几里得氏的幾何」均合乎邏輯。然則僅有實驗可以證明那一種幾何能代表自然的真實（Réalité）了。若假定『由一點不能與一直線作任何之平行線』卽可得李曼氏的幾何。反之如假定『經過一點可與任何一線，作無窮之平行線』卽可得拉把車斯齊氏的幾何。在能展開之面積（Surface développable）如圓柱圓錐等（卽能將此等面積展開放置於一平面上者）之線之性質，完全與在平面上所晝之線相同。這就是平面幾何（歐几里得氏的幾何）所研究者。

在一定的面積上，由甲點至乙點最短的距離，叫作自然線（Géodesique）在一個球面上，這種自然線，就是球上的圓周的一部分。在一平面上，或在能展開之面積上，按照歐几里得氏的原則，經過一點僅能與一直線作一平行線。但是在球面上二個任何之線，若延長之均爲圓面上之圓周，均能相交。所以在球面上無平行線。白盧塔米（Beltrami）氏及樸蔭開賚氏曾證明在球面上所晝之線。就是李曼氏的幾何。

直至愛因斯坦以前，物理學及大部分的數學家，均以爲代表自然界的定律，不必用「歐几里得氏的幾何」以外之幾何。

在古時科學之構造中，除「歐几里得氏的幾何」以外，有「絕對時間」的觀念。古人對於時間，從未細心思索，便承認他是絕對的。比方說有兩個事蹟，（Evenements）同時在兩個不同的地點舉行，古人曾承認這「同時」有「絕對的」意思。不在同一地點之兩個事蹟之先後舉行次序，亦認爲是「絕對的」這個絕對時間，是與『「動作」能「卽時」達於一定的距離』（Action instantanée à distance）的觀念，

有密切的關係就是假定一種「波」或是一個「動體」的移動速度是無限的大。

我們所有的概念所有的科學，所有的生活……，全受空間及時間的支配。直至近世，科學家均認定空間及時間爲絕對的。兩個事蹟相隔的時期，及其相隔的地點「空間」無論觀察者爲何人，及觀察法如何，均永久相同。

無論何人之腦筋中，均未想到兩次日蝕間之時日無論在地球上觀察；或在他一「星」上觀察可以不相同。（時間的界說是用一個時錶定的。）無論何人均未想到太陽與地球間之距離，於一定時刻，在地球上觀察或在他一「星」上觀察可以不相同。（米達的界說是用一個米尺定的）所以空間及時間，自亞里士多德以至近世，均認爲絕對的，一定的，不變的。

但是意大利的加利雷（Galilei）及英國的牛頓雖深信絕對空間及絕對時間，然亦承認絕對不能辨別彼此互相爲準的兩個等速移動的運動。

樸薩開賚氏對於絕對空間及絕對時間的觀念，已大起疑問。他曾說：

「空間是比較的，絕對空間是無意識的話。我在巴黎一定的地點，比方在 Place du Panthéon 這個地點。我說我明日再來此處。假定有人問我你是否還來到空間一定的地點？我將要回答說「是」。但是我錯了。既是由今日至明日，地球將向前進，Place du Panthéon 就將要隨此地球走二百萬啓羅米突（Kilométres）。這二百萬啓羅米突是以太陽爲準地球在他的軌道上進行的路程。但以銀河爲準太陽亦移動，銀河大約亦移動。所以我們不知道；我們永久亦不知道 Place du Panthéon 移動若干。我的意思是想說我明天再看見 Panthéon的樓頂，若是沒有 Panthéon

我的話就毫無意識了。』

樸蔭開賚氏又說：

『假定一夜中宇宙間所有之長寬高，忽增至千倍。從前一個米突長的東西，現在有一個啟羅米突的長；從前一個米利米突(Millimtere)長的東西現在變為一個米突長。我的床及我本人，均依此比例增大。我明晨醒時，對於這個可驚的變化，完全不能感覺出來。就是極精確的測定方法，也不能測定這個極大的變化。因為我們所用以量長度的尺，也是按照這個比例變化。……』

這是在相對論未產生以前，樸蔭開賚氏的觀念是如此。

在空間時間之概念以外，有動學(Cinématique)，就是研究「動體」的軌迹，含有空間及時間的問題。定一個事蹟，須得說在何地及何時，須應用四個量，三度位標定空間，一個量定時間。在歐几里得氏幾何及絕對時間之下，動學亦完全定了。

在動學以下，就是動力學(Dynamique)。在這個動力學之中，牛頓又加入一個絕對量，就是絕對質量。這是為表明一個物體對於速度變化的一種抵抗。用同一的動力(Action)能使物體運動的快或慢。一個大的物體，抵抗力大，比一個小物體難於使之運動。牛頓就用「質量」這個字表明這個惰性。這就是物質的質量，無論在如何情形之下，全然不變。無論冷也好，熱也好，運動也好，靜止也好，一個物體的質量總是絕對的。

按孔德氏的分類，在力學以下，就是物理學。物理學的各部分是分開的，如重力，水力學，音學，電學，磁學，光學等等。

古人講解物理學的各種現象，全欲用力學來講，這就是所謂力學學派(Mécanisme)。古人的感想，以為力學的現象是簡單的。凡講一種未知之現象，

須用已知之簡單現象講解之。這種解釋的方法，最初很有成效。比方熱的解釋，是由於各分子之擊動(Ogitation)，「氣體動力論」就是應用力學以講解氣體分子的性質。這個理論的成效，是非常之大。

在天體力學 (Mécanique céleste) 中，牛頓理論的成效更大。牛頓的引力定律，就是以爲在絕對的歐几里得氏的空間，一種動作 (Action) 可以「卽時」傳達至一定的距離。因爲牛頓關於這各種的解釋有了信用，所以後來以爲「動作卽時能傳達於一定距離」就成了「自然的」一件事了。於是十八世紀及十九世紀的物理現象，全是用牛頓的力學理論來解釋。

古龍 (Coulomb) 氏發現荷電體相互的動作，是以兩荷電體的距離的平方爲反比例。這也是應用牛頓的理論。

磁石相互的作用及拉普拉斯 (Laplace) 氏的電流與磁石之動作，也是應用「吸引力能卽時達到一定的距離」的定律。

暗伯(Ampère)創造動電學(Electrodynamique)還是用「卽時動作」的觀念。

吾人旣先知力學的理論，凡遇一個新的理論，自然要用已知的理論去解釋，但是稍後，隨此科學的進步，有他種現象出現，而牛頓的理論就有不能講解的地方了。

第一光學就不能用牛頓的力學去講解。牛頓曾說「光」是小小的微體直射出去。荷蘭的惠根司(Huyghens)認爲光是借一個特別的媒介體而傳播，爲一種波動 (Ondes)，其傳播的速度是一定不變的。這個媒介體，科學家給他個名叫以脫(Ether)

法國的物理家傳勒涅爾 (Fresnel) 證明惠根司的理論可以講解許多的現象。但是傳勒涅爾氏及其他的物理家如英國的斯斗克(Strokes)氏及

開盧溫爵士(Lord Kelvin)均未能用力學把以脫的彈性講解清楚。

電學及磁學亦不能用力學去講。方纔所說的古龍氏的定律，拉普拉斯氏的定律，及暗伯氏定律，只能說明封鎖電流(Courant fermé)的性質。但開放電流(Courant ouvert)如聚積器(Condensateur)或荷電體的放電(Décharge)現象，如無線電所用者，就不能用這種方法去解釋了。

英國的法華德(Faraday)氏是一個大實驗家。他原來是一個裝訂書的工人，沒有甚麽數學的知識，也就沒有受了古時相傳的遺毒。他不承認電的動作是與引力一樣，能「彼此動作即時能達一定距離」(S'exeercer instantanément á distance)他想出一個表示電力的方法。這個方法，完全與力學不同。他認爲電的傳播，是經過一個媒介體由近及遠的。

法華德氏思想基礎，就是「傳播由近及遠的概念」。牛頓力學基礎，是認傳播「即時」能達一定距離，與絕對時間有大關係。後來英國物理家馬克斯威爾(Maxwell)氏，將法華德氏的思想發揮而光大之，並作成數學式。他發表的所謂移動電流(Courant de déplacement)的概念，與力學學派毫無關係；然而電磁的各種現象，全可藉此而講解清楚。首先就推測出來荷電體放電時，即發生一種電磁波。這種電磁波傳播的速度是與光速相等。馬克斯威爾發表這個理論的二十五年以後，德國的愛赫慈(Hertz)氏纔用試驗證明這個理論的正確。由是始知光之現象，就是電磁的現象，而多年不能用力學講解的光學，自是遂被新出現的電磁論所征服了。這件事也是十分奇怪的事。力學的現象，吾人常認爲簡單，本應該用以解釋其他的現象，乃竟遠不如最後出現的電磁的現象，有一種最大的

解釋能力。

以上所說者，是相對論未出現以前的科學狀況：一方面有力學的理論講解力學的現象，不能講解光學及電磁；一方面有電磁理論，完全可以講解光學。

當時還有人以為這兩個理論還有調和之一日。至狹義相對論發生以後，始知這兩種概念完全不能並立，僅有電磁論可以講解物理學的現象。這是第一個時期，就是狹義相對論的時期。

上邊所說的兩種衝突由來已久，但須有一個精確的試驗，方能切實的證明。這個試驗，就是美國物理學家邁克爾遜(Michelson)的試驗，現在我把這個試驗的原理略略的說一說：

科學家承認光是在一個特別的媒介體以脫中傳播，方纔已經說過了。光波是每秒鐘能傳播三十萬啓羅米突。地球在以脫中圍繞太陽旋轉的速度，是每秒鐘三十啓羅米突。地球自轉的速度，是每秒鐘二個啓羅米突。

多年以前，就發生了一個問題：地球在其軌道上運行時，是否牽引他所接觸的以脫？各種試驗，均證明與地球所接觸的以脫，不被牽引。重要的試驗就是天文學上的試驗。天文上有一種現象，是卜哈雷(Bradley) 所發現的，叫作散光現象(Aberation)。用天文鏡觀測各星時，「星」的影 (Image) 不是完全在對準的方向 (Direction de la visée) 出現。其理由就是當光經過天文鏡之長度時，天文鏡因地球旋轉的緣故，已經微微的移動，所以有一點小小的斜曲(Deviation)，這個現象就叫作散光。這是以脫不隨地球運動的一個證據。

地球既是在以脫中移動，就像一個船在水不動的湖中進行一樣。然則總可以以脫為準求地球進行的速度。那就是地球絕對的速度。

我們知道地球是由西向東自轉，在他的軌道上，圍繞太陽旋轉，也是由西向東。所以夜間地球圍繞太陽進行的方向，是北京由西直門向東直門的方向移動。他進行的速度是每秒鐘三十啓羅米突。日間北京圍繞太陽旋轉是北京由東直門向西直門的方向移動。

假定一個特別快火車的速度，每秒鐘三十米突，一個觀察人乘自行車移動的速度每秒鐘三個米突；若自行車背火車而走，則以自行車爲準，火車的速度是每秒鐘 30－3＝27 米突。如果火車及自行車的速度相等，則以自行車爲準，火車的速度將等於零。如果自行車向火車而進行，則以自行車爲準，火車的速度爲 30＋3＝33 米突。

設光速爲C，假定夜間一個物理家在西直門發出一種光，一個物理家在東直門若量這個光的速度，按照上邊所說的，應該是V＝C－30啓羅米突。同樣如果東直門的物理家在夜間發出一種光，而西直門的物理家若量這個光的速度，應等於V＝C＋30啓羅米突。若是我們的兩個物理家把上邊這個試驗不在東直門與西直門之間去作，而在一個實驗室去作，測定光線所走的距離，用一種光學的方法，就是邁克爾遜氏的試驗了。因光向地球運動方向進行，或向其反對方向進行，我們應該找出一個差數出來。

邁克爾遜氏用光學測長度的方法，測得異常精確。然而他的結果，無論光背地球運動方向進行，或向地球之運動方向進行，光之傳播完全是等速的。按照這個實驗，以脫是被地球牽引了。但是照上邊所說的天文上的實驗，以脫是不被地球牽引的。於是這兩種結果，就有一個很大的衝突了。

地球在其軌道上運行的速度，是每秒鐘三十啓羅米突。相差六個月的時期，地球的位置在一個直

徑的兩端。這兩個位置，比較的速度，每秒鐘是六十啓羅米突。假定我們在一年之中每一時期，均作一次邁克爾遜氏的試驗，得的結果，永久是一樣的，現在的結果與及六個月以後的結果，全是一樣。而地球現在的速度，如以其六個月以後的位置爲準，則爲六十啓羅米突，然光速則永久不變。若按舊力學的道理，光速在上邊這個試驗中，隨其傳播之方向，應爲 300000－60 或爲 300000＋60 啓羅米突。

這種結果，很使物理家不能了解。後來荷蘭國的羅倫徹 (Lorentz) 氏假定一個物質的長度可以變化。但是這個理論，不能把電磁及光學完全講解清楚。

於是一九〇五年愛因斯坦氏有一個驚天動地的理論發表出來。他說：既是邁克爾遜氏的試驗合乎電磁的理論，但與古時的動學古時的空間及時間均不相合，(速度的分解也連帶的在內)或者是古時的力學錯誤了。

因而愛因斯坦氏先試將絕對時間換成一個相對的時間，就是兩個時刻的相隔，因兩個互相爲準而移動的兩個觀察人而不同。從前絕對的「同時」的觀念，就沒有了。於是邁克爾遜氏的試驗，就自然可以解釋了。

按照新理論，知道光速是宇宙間最大而不能再大的速度。假定一個理想的天文觀察者離開地表面每秒鐘能走五十萬啓羅米突；假定此觀察者，能時時觀察地球表面，在他未起程前地球上所發出的光波，他均將陸續的趕到。他將要看見直奉戰爭：他先見戰場上有許多的死人，漸漸的死人全立起來，回到他的營房，漸漸的又看見直奉兩方均運兵了。……總之我們的觀察者，若是他離開地球的速度是每秒鐘五十萬啓羅米突，則地表上各種經過的事實，全按照倒退的時間可以看的見了！

現在我把新力學所發生的結果同他的證明，略略的說一說：

光波牽引現象，舊力學完全不能講解。何爲光波牽引現象？光在透明的運動物體中傳播時，他的速度不是按照舊動學以運動物體爲準的光速及以觀察者爲準物體運動的速度合成之。實驗證明光波僅有部分的牽引並無全部的牽引。愛因斯坦氏應用新動學速度合成及分解的方法；即時將此不可解之現象講解得很清楚。這個極複雜極不易明了的現象至此乃爲一個極簡單的動學的問題。這是新力學正確的第一個證據。

以新動學爲根基，又造出一種新動力學。在這新動力學之中質量不是絕對不變的，質量是可以變的。要緊是隨此速度而變化：若一個物體運動的速度大時，他的惰性愈增，他就愈難移動。古時所以未能發現質量變化的緣故，就是速度至少須得達每秒鐘二萬啓羅米突，方能看出質量的變化。古時未能尋出這樣的速度，——就是砲彈的速度，也是遠不及此。所以未能發現質量的變化。近年因物理學的進步，我們知道陰電射(Rayous Cathodiques)的速度，每秒鐘能達十五萬啓羅米突，就是光速的一半。射光性物體 (Substances Redioactives) 中所發出之B光線的速度，每秒鐘能達二十九萬啓羅米突。在這種情形之下，理論及實驗的證明其質量較平常之質量可增至十倍。這個事實，按古時的力學實爲奇異。這是新力的第二個證明。

近來丹麥的物理家寶爾 (Bohr) 氏的理論，可預測原子所發生光帶中之影線(Raiesspectrales)的位置。由實驗證明輕氣原子所發生之光帶影線並不簡單，每一影線，由多數複線而成。此種現象，若適用舊力學就講不通。德國的物理家叟理弗利德(Sommerfield)以爲原子振動速度甚大，於是應用

新動力學,遂將輕氣影線講得非常清楚。這是新力學第三個證明。

舊力學中有三個原理:(一)質量不滅的原理,(二)能力不滅的原理,(三)運動量(Quantite de mouvement)不滅的原理。按照新動力學,質量與能力不分,一個物體之能力增加時,他的惰性就增加,就是他的質量就增加。所以(一)(二)原理,就變成一個了,即「能力不滅的原理。」至於運動量不滅的原理,是與能力不滅的原理爲同一原理,不過他的形貌稍異罷了。舊力學中有三個不滅的原理,新力學變爲一個不滅的原理,所以新力學較舊力學反簡單的多了。

這個新理論,可以解釋各原子量及輕氣原子量的倍數之差。(這個問題阻撓化學的進步及物質論的進步有許多年。)比方氦(Helium)的原子量是4,氫(Hydrogéne)的原子量是1,008。但是按現在的理論可以說氦的原子是4個氫的原子所合成的。何故氦的原子量不等於1,008×4=4,032呢?因爲是氫凝集成了氦的時候,損失了一點能力,所以質量也就減少了一點。按照這個減量,可以測定所發出的熱量。

現代法國的物理家畢漢(Perrin)教授曾用此理計算太陽熱:假定太陽由氫組成,而此氫凝集成氦,則太陽的活動年限,能達八十萬萬年,而地球之生成約當爲一十或二十萬萬年。這個數目,可以令地質家十分滿意。這是新力學的第四個證明。

照以上所說的看來,這個新理論可以把力學,電磁學,光學……等等總合起來。於是全部的物理學,由複雜變爲簡單,由分立變爲統一了。

我們以上所說的,是狹義的相對論,現在我們再說一說普通的相對論。我們知道:僅有同時同地的相遇,(Coincidences)有絕對的性質,不同時間之

空間相遇，或不同空間之時間相遇，均為相對的。兩個事蹟以我們為準，不同時而在同一地點發生，然以我們為準而移動的人觀察之，兩個事蹟即不在同一地點舉行了。比方一個火車具有一個小孔，在一個鐵路上運行，我先後由小孔遺下兩個銅元，這就是兩個事蹟。我以為這兩個事蹟，在同一地點舉行。然站在鐵路上之人，知此二銅元不落於同一地點了。

我們講到現在，只是把絕對的時間，換成了一個相對的時間。我們還是承認歐几里得氏的幾何；時間雖說換了性質，然而空間仍未改變性質。我們取消了絕對時間，我們就得了好大的成效。假定若再把未加解釋而任意定的歐几里得氏的空間放棄了，我們或者得的成效更大。愛因斯坦氏就試將空間改變了性質，果然所得的結果，更是驚天動地。在狹義相對論中有兩個缺點：第一僅限於等速運動，第二未談起引力(Gravitation)。古時學者如落乍日(Lesage)氏曾欲用力學以解釋引力，羅倫徹氏又欲用電磁學以解釋引力，這兩種解釋，全未能成立。但是我們知道電磁學似乎能包括一切，他能解釋力學，包括光學，他能解釋凝聚力（凝聚力起原於電磁力）及化學的現象，（化學的現象是各原子中之電子交換而成分子，這全是電磁論中的東西。）然而在狹義的相對論時期中，引力仍舊獨立。

愛因斯坦氏曾證明上邊所說的兩個缺點，有相互的關係，能補足其中的一個，他一個亦就補足了。他於一九一二年發表了普通相對論，把引力亦放置在內；且將相對論的原理推廣到觀察人彼此互相為準的任何運動。這個新理論最大的證據有三個：

（一）水星繞太陽一週，約須八十八日。愛因斯坦氏的定律，曾證明同時水星運行軌道圍繞近日點

旋動，其旋動角度每一世紀爲四十三秒(43")前世紀時，天文家觀察的結果曾證明水星軌道有此小小的不規則之旋動，爲牛頓定律所不能講解者。法國的天文家洛外哈也(Le Verrier)氏曾作一種數學的計算，推測水星及太陽間當有尙未發現之一星球。但是天文家觀測了幾十年，把眼力幾乎用瞎了，也沒有尋出這個星球，而此問題就成了天文學上所不能解釋的事實。

愛因斯坦的新理論一出現後，卽能把這個問題講解得很淸楚。按照洛外哈也氏的推算，亦恰爲四十三秒。但是按照顧羅斯曼(Grossmann)氏的最新推算，最多不過三十八秒。然與愛因斯坦氏的計算結果，所差亦不多。

(二)愛因斯坦氏曾預先推測：『星之光線經過日邊時，卽被彎曲；其彎曲率爲一秒七十五(1".75)一九一九年五月十九日在南美及非洲可觀測全日蝕。英國格林威(Greeniwich)及牛津(Oxford)兩處天文家曾分別到巴西的叟卜哈(Sobral)地方及葡屬泮西波島(Principe)(泮西波島在非洲大西洋沿岸之吉內 Guinée 海灣中)，其結果曾證明在太陽邊光的曲率確爲1".75這是新理論最大的一個證明；這是第一次把引力及光聯和到一齊。本年(民國十一年)九月二十一日在南洋一帶可觀測全日蝕，各國天文家曾分別到英屬之凱士麻斯島(Christmas在爪哇 Java 南)及澳洲西部各地實地觀測，惜其詳細結果吾人尙未得知。

(三)太陽上的原子與地球上同一的原子，沒有同一的週期(Fréquences luminurses)，所以他發出的光帶，是不相同的。同一物質之光帶的影線，在太陽中較在地球上向紅色的方向接近。雖其移動量甚小，然光學家亦可用實驗證明，其結果理論及

實驗完全相符。

這三種重要的證據，足以證明新理論是正確的，是精密的，他的解釋的能力及他的預測的能力實則是大的很。

按照新理論的計算結果：宇宙是個圓的，若永久向一定的方向進行，則可仍回原地。愛因斯坦氏曾計算宇宙周圍的長度約等於十萬萬年的光速。就是：

1,000,000,000年 ×12月 ×30日 ×24小時 ×60分 ×60秒 ×300,000啓羅米突

在這樣大的宇宙中我們不愁沒有地方去，我們也不愁沒有房子住！

我們由以上所說的看來，相對論是把科學上的舊觀念全推翻了，舊原理全改變了。在相對論未產生以前，時間，空間及質量等觀念均為絕對的；在相對論既產生以後，這些觀念全變為相對的了。在相對論未產生以前，力學，電磁學，及引力等篇均各自分立，不相聯屬；在相對論產生以後，這些門類全聯屬到一齊了。在相對論未產生以前，物理學及其他各種科學，全受數學及力學的支配；在相對論既產生以後，物理學既侵入數學，把幾何學的空間觀念完全改變；復占領了力學，把動學中的時間及動力學中的質量概念完全改變；其他一切的科學無不受這些概念的支配。所以現在的一切科學全是受物理學的支配，可以說物理學在現在是科學的主人翁了！

能媒萬有引力和相對性原理

心南

科學界的大革命家愛因斯坦氏到了東隣日本，聽說明春順途要來中國，這是一件很可喜的事。可是他的學說，既甚艱深，而在華的時日，又極短促，恐怕能親聆愛氏講演而且能了解的人，必定有限。此篇是將愛氏的理論和舊來物理學上的思想二三不同之處摘出，用極通俗的說明，略爲介紹。如果不曾研究科學的人，能藉此略窺相對性原理的門徑，或能少助他們聽講時的理解，便是作者最大的願望。

一　能媒的疑問

愛因斯坦發明相對性原理的起源，怕是因爲對於能媒（舊譯以太）的懷疑而起。我們對於光的性質，其初牛頓以爲是有一種小粒，由發光體飛出至光的波動的性質漸明之後，纔以爲非有一種可以發生波動的物質充滿空間不可，於是想像一種媒質，將他稱做能媒，用以說明光能傳達於空間各處的緣故。然郎用這能媒來說明光的現象，亦不免發生許多奇異不可思議的性質。據最初唱道光的波動說的惠根司氏的思想，以爲將多數的象牙球，用線懸着排成一列，這些球間所起的波動，就和光的波動一樣，若其中一球和次球衝突，則球的振動，便一直傳播，所以球的振動方向，和這振動成波而傳播的方向相同，空氣中所起的音波，也是這樣。此種波動，通稱縱波。然據法國人傳勒涅爾的研究，以爲極化現象（一譯偏光現象）表示光波振動的方向，通常不是一定，但當起了極化作用之時，始成一定。如果光是縱波，那麽振動的方向，便當一定，沒有生極化現象的理由。所以他毅然將從來波動說的根據棄擲不顧，而假定光是一種橫波，其振動方向和波的進行方向恰成垂直，用以說明光的極化現象。然自他一方面觀察，許多天體通過於空間時所描

的軌道，好似不生抵抗，所以縱使空間有所謂能媒的媒質，他的密度亦必極小；又由一般彈性體理論發達的結果，知道凡在那種對於形狀的變化不生抵抗的物質如氣體或液體裏面，除却縱波以外，不能存在，至如傅勒涅爾所想像的橫波，僅能起於固體之中，所以能媒非爲固體不可。若依我們通常的見解，怕不能將能媒看作固體，但爲要說明光的極化現象，遂強迫我們得這個不可思議的結果。

又據傅勒涅爾的假定，地球雖常運動，而其周圍的能媒，絲毫不爲所動。何以故呢？假使地球附近的能媒隨着地球運動，則通過這能媒的星光方向一定複雜，決不像現在我們所見的那樣簡單；要想避去這個困難，便非假定能媒不動不可。但是能媒不特應充滿宇宙內真空的空間，即凡光所能透過的物質裏面亦當有能媒存在而後光的波動纔能够在其中傳達；那麽這些物質在地球上，隨着地球同動之時，他的內部所含的能媒到底是動呢？還是不動呢？傅勒涅爾以爲在這些物質裏面所含的能媒，他的密度更大於周圍的真空中所含的能媒的密度，惟有在周圍真空中的能媒，物質雖動，能媒不動；超過於此部分的能媒，却隨着物質同動，這個結論，實更奇異不可思議。

在擁護傅勒涅爾學說的人，譬如英國克爾文卿便以爲能媒是一種特別的東西，他的性質沒有和通常物質相同的必要；譬如現在所流行的電子，如果看作普通的物質粒子，或者也可說有奇妙的性質。尤其近來所發見的量子關係也在其內，更覺不可思議。然而實際上我們不能不承認電子的存在。所以自能媒對於天體的運動不起抵抗看來，恰似稀薄的氣體；自能起橫波看來，又恰似固體，這兩件事雖見有些矛盾，然而這個特性，未必不可認爲能媒所以爲能媒的地方。這種主張，在理論上固然也

說得去，我們不能因其具有奇異的性質，便說沒有能媒，然而我們也不能因此便信有能媒的存在。科學的價值，在於驗證，我們請從實驗方面更作進一步的研究。

二　邁克爾遜和莫勒的實驗

使能媒在空間裏面靜止不動，而物體動於其中，那麼物體運動的速度，用甚麼法子纔可以實驗呢？譬如地球也在能媒的海裏運動，那麼他的速度，到底怎樣？我們如果置機械於地球上面而行觀測，卽視能媒為對地球而流動的諒無不可。光線通過於流動的能媒之間，和通過於不流動的能媒之間，應有不同；恰似在河流裏面用一定的力撐船，順流而下的必快，逆流而上的必慢。使光也是這樣，沿着能媒的流而進的必快，反對的必慢，那麼觀測光的速度，就可以求得能媒流動的速度；由此更可求得實際上地球在能媒中的運動速度。美國人邁克爾遜便依此目的而施實驗；因為地球沿着太陽周圍的軌道而行，所以他想在地面上從這方向，使光往復，更從垂直的方向，使光往復同一的距離，而測其時間的差異。用這個方法計算出來的結果，前者比後者時間在理應當長些。這裏所說的測定時間，因為光的速度極大，當然不能用時計來測。邁克爾遜將一光源所發出的光線分而為二，其一使往復於地球運動的方向，其一使往復於垂直的方向，而後再使合而為一，如時間上生有差異，就應當起干涉的現象，更將全體裝置轉動一直角，再行同一的實驗，欲由這兩次的結果，算出上述時間的差異。邁克爾遜於一八八一年施行這個實驗，更於一八八七年和莫勒協力再實驗一次，其結果非常可驚，對於上述兩條光線的路時間上並不生差異，這事明明表示光在能媒裏面用一定的速度進行，和光源的速

度沒有絲毫關係。所以邁克爾遜和莫勒的實驗結果，到底不能說明，而能媒的疑雲究竟不能消釋。

我們的智識裏頭有一部分是先驗的，我們往往將先驗的思想看做當然的事，不敢加以懷疑，其實先驗的知識果是唯一的真理嗎？或者還有其他的可能性呢。我們也不能不深加反省，若是還有許多的可能性，當就其中探求有沒有對於說明自然現象很適宜的東西，常有許多新事實，藏在那裏等着天才家發明，自然科學進步的路徑，多是如此。我們對於邁克爾遜和莫勒實驗的結果所以不能說明的緣故，也不外囿於先驗的知識所致，我們對於這個先驗的知識不能不試加懷疑。要說明這個問題當先從空間中二點的距離論起。

三　空間中二點的距離

空間「點」的位置誰也能想是相對的。如果祇有一點，不能表示他在甚麼場所，必須有兩點而後這一點對於那一點是在甚麼位置，才略略可以表示。在從前的人以為二點間的距離，是絕對定着的，就是現在恐怕還有人相信，這也是囿於先驗的知識所致。

開口便說空間中有二點，恐怕有些難解。請先假定有一世界限定於某表面之上；換句話說，即假定僅有寬平的表面的國上，所居住的亦為扁平的人類，不能出於這個表面以外。設這個面上有既知二點，二點中間引有種種的線，其中最短的，通常料來只有一條，這線的長即表示二點間的最短距離。自上述扁平的人類看起來，在理祇有一條，但由面外的我們觀察，這個最短距離，當然由面的形狀而異，在平面的時候，和在球面的時候，雖空間上點的位置相同，而表面上所測的距離，則不相同。然而在今日的幾何學，就是空間也有許多種類，面有平面和

曲面等的區別，空間也有「歐几里得空間」和「非歐几里得空間」照「面把空間包着」那樣想法，我們三次元的空間，把更高一層的四次元空間包着。這個想像因爲實際上不能做出這種模型，稍爲有點困難，然而只要把面和三次元空間的類似關係，擴充類推起來，腦裏便可以描寫得出。那麽「歐几里得空間」恰和平面相當；「非歐几里得空間」恰和其外的曲面相當，所以空間中雖有旣定的二點，然他所連結的最短距離，在「歐几里得空間」和在「非歐几里得空間」的時候，不能一致。卽是看我們的空間的性質怎樣定法，兩點間的最短距離，也就有不同的結果。在幾何學上雖然懂得這樣，但是我們看做自然現象所由起而認識的實在的空間，到底屬於那一種類的空間呢？恐怕非由實驗去判斷不可。但非就極廣的範圍而言不能加以判斷。恰似在較狹的範圍觀察地面可以看做平面一樣，我們的空間，卽大略看做「歐几里得空間」也還可說得去。

二點間的距離，還有一個意義，可以證明他不是絕對定着的。我所說的問題，藉此可以解決。如果假定空間是「歐几里得空間」那麽空間內二點間的距離，在幾何學上應該一定。然而我們還有一個先驗的要素不能不顧。我們欲於空間內想像物體是「具體的」的時候，無論如何，時間的觀念，非常必要；「何時」「何地」非相件而言不可。專論空間關係的幾何學，不過一種抽象而已，實際的現象，無論如何總有「何時」的觀念在裏頭。如果將這時間觀念，引導進去，那麽就應當想到由時間所生的位置變化。換句話說便是運動的關係。所以對於二點間的距離，應有另行思考的必要。譬如空間爲「歐几里得空間」據我們從來的思考，這二點如果作共通的運動，他的距離好像沒有變化的樣子，然而這

恐怕不過是一個先驗的假定。我們雖然就種種運動曾經行過實驗，見得距離相同。卽使運動極速，縱能實驗到距離不同的結果；那時候我們必定疑到此時所使用的尺度有點變化，怕還想努力維持距離不變的結論。這因爲是「由共通運動而生變化」這一個先驗的理由，不易發見的緣故。邁克爾遜和莫勒的實驗，恰是因爲如此。在地球上所測的距離，受地球運動的影響而生變化一層，誰也都想不到，却將代替尺度而使用的光速的定律，作種種的假定，來說明這個理由。直至荷蘭學者羅倫徹出，才懂得用這種方法去解釋事實，總不適當。於是才想到上面所述由運動而生距離的變化一層。

四　羅倫徹收縮

羅倫徹以爲二點間的距離，不是由力學的能够決定爲一定的；是由二點對於觀察者的運動如何而變化的。爲着要說明邁克爾遜和莫勒的實驗，假定在地球運動的方向所測的距離，由在地上的人看來，雖和在垂直方向所測的距離相同；然而在靜止於能媒中的人看來，則不能不縮短。所以地球雖對於能媒而動，然而光的往復時間，還可以相同。這樣看來，一切物體當動的時候，物體上二點間的距離，在運動的方向，覺得收縮；而且速度愈大收縮的比例亦愈大。無論甚麼物體，如果運動的速度和光一樣，那麽從運動的方向，所測的距離，竟等於零。羅倫徹得了這個結果，許多的人當然大驚。不管是人類或是甚麽東西，如果以和光一樣的速度而運動，都變成扁平如薄紙一樣，物質的內容，保存於這樣的所在裏面，好像反了常識。但是在這個地方，提起常識，一些沒有用處。變成扁平一節，如果是論理上當然的結果，那麽照這樣的思考，不能不算做常識；若覺得奇妙，便算是非常識了。羅倫徹引導以上所

逃的結論，一點都沒有覺得奇怪，而且極力用常識的來求解釋。他以爲組織物體的要素，是稱爲電子的一種極小荷電粒子，他們所以能夠集成一定的形，是因爲作用於電子間的電力，維持平衡的緣故。但是電若一動，便生磁力，所以力的平衡，非變成如上所述的扁平狀態不可。其次所起的疑問，便是羅倫徹的收縮，如果成爲事實，那麽必有因這收縮所起的現象，可爲我們知道。然而行過許多的實驗，歸結在地球上無論如何，都不能發見因爲地球運動而起的羅倫徹收縮的影響。所以我們要想知道地球以何速度運動於能媒裏面，總是沒有法子。如果他的影響，不能表現於地球上任何現象的上面，那麽羅倫徹所說的收縮，我們便無從測知的了。這個結果含有非常重要的意義，直到愛因斯坦出來，才把他弄得明白。

五　能媒的否定

以上所述是假定能媒全然靜止於空間，物體在能媒裏頭運動，物體相互運動的速度，雖可得而知，然而物體對於能媒，用甚麽速度運動，則誰也不能知道。而且能媒到處一樣的充滿，要想注目能媒中任意那一部分都不可能，那麽到底由甚麽地方可以見得能媒的存在呢？如果隨便那一種實驗的手段，都不可能，那就簡直缺了爲物質的對象的根本資格。不特沒有重視他的必要，並且如果把他完全否定之後，淸淸楚楚的，祇剩下一個自由的空間。這個空間，不只是抽象中描寫的空間，乃是自然現象所發生的具體的物理的空間。其中有稱爲電子的物理的要素存在，其周圍能起電力作用。電子運動時，這個空間可以傳播光和電波，波的進行狀況，料來和音波發生於空氣中時相類。但這不過是類似而已，不能因此便認爲我們的空間裏面必有能媒存在的理由。從前以爲空間中如果沒有能媒，便不

能起波的思想，是因爲把空間看做抽象的無內容的緣故。具體的物質的空間，卽是現在我們所認識的空間，如果承認其中能傳波動，那也不外具有能傳波動的性質的空間，沒有把我們所不能認識的能媒，充塞進這個空間裏面去的必要。

愛因斯坦便是用這個理由，於一九〇五年發表一篇論文，將古來包於疑雲中的能媒否定了。能媒否定之後，我們對於光速不能不改變向來的思考，因爲有了能媒，所以光對於能媒以一定的速度進行，如果有對於能媒而動的人，那麼向着他的運動方向進行的光，相對的速度應當覺得慢些，向着反對方面進行的光，應當覺得快些了。譬如立在地上，看出來的火車速度，比向着火車進行方向行走着的人看出來的，覺得較慢；比反對着火車方向走的人看去，覺得較快。又由和火車速度差不多相同的他車上看時，覺得火車幾乎不動；由相向而行的他車上看時，覺得火車走得極快。對於光也作這樣思考，是很普通的事。然而如果把能媒否定了，那麼光在空間的速度，到底對甚麼東西而言呢？（縱有能媒，如果不懂他靜止在那裏，實際上也不能決定光的速度）愛因斯坦以爲是對於觀察者的速度而言，所以這裏若有相互運動的兩個觀察者，對於這兩人，光的速度不能相同。如果這樣，那麼一方面何以大呢？他方面何以小呢？必定是一方面通過空間運動較快，他方面較慢，先有這個區別，而後才說得去。這樣一來，代替能媒的絕對空間，雖然表現，然而由兩個的相對運動，欲求絕對空間，怕是不可能的事。愛因斯坦當然把絕對空間否定了，而且當然的歸結，對於互相運動的兩個觀察者，除却光以同一的速度進行而外，沒有答案。

這事若將普通的事物拿來比擬，實在覺得不可思議。假使不是光，是前例的火車，便生出奇妙的結

果。就是說無論由在地上站着的人看去或由在地上走着的人看去，火車的速度，都是一樣，這個結論，在火車明明是說不去，然對於光不能不加以容許。這不是愛因斯坦腦中的假想，是邁克爾遜和莫勒實驗的結果，使他這樣。其他光和電磁的實驗也強他這樣。愛因斯坦不過聽從而已。但是愛因斯坦却不是盲目的聽從，他並能由此尋出沒有矛盾的論理，這便是相對性理論的最大價值。

六　時間空間的判斷

愛因斯坦深究空間和時間的認識問題，以為空間和時間不能獨立認識，兩者之間有密接的關係。他用光現象來作這兩者間的關聯媒介，既可避免前述的矛盾，而光的特別意義，也就依存在此。請先由同時刻的判斷說起。

假定有兩個觀察者，在不同的場所，各以時計來測時間，他們欲知時計對準沒有，非有信號往復不可。最適宜的而且普遍的信號，恐怕無過於光。譬如在某處A當時計某時某分送光，於他處B用鏡反射使又回於A，如果光到B時時計所指示的時刻，恰在光發出的時刻和光折回來的時刻的中間，那麼A和B的時計，似是對準的了。然而由A到B光的進行速度，和返轉來的速度，如果相同，才可成立；如果不同，便不是這樣。若照從前的思考，光在能媒裏面，以一定的速度前進，如果A和B靜止於能媒內面，以上的關係固然可以照用；如果A和B互相運動，就不能如此甚明。

據愛因斯坦的假定，無論空間如何動着，由A和B所見的光速，總是一定。那麼A和B如果不互相運動，對於兩者同時刻的判斷，可由上述的方法而知。AB即為地球上的兩點，也無不可，總之光的進行定律，要這樣規定，而後同時刻才能決定；因此時

間的快慢以及其他種種速度才能決定。而且空間的長的判斷也依據於此。如說棒有多少長，其精確的意義，是說棒的兩端的點同時刻在二點間的距離如何。所以同時刻的判斷，如果錯了，這個距離，當然也跟着錯。物體運動時，所以會發生羅倫徹收縮，據愛因斯坦看來，便是因爲這個緣故。換句話說，對於運動的兩點，不能不照着這樣收縮，而下同時刻的判斷。這樣一來，在邁克爾遜和莫勒的實驗，光的往復時間，隨便對那一方向都應相同，所以由地球上的人看來，光無論對於那一方向，都以同一的速度進行一節，容易解釋。這便是棄去能媒的效果。

七　光速度不變

總之光速無論由那一個觀察者看來，都是相同一節，在愛因斯坦不是論理的結果，乃是一個公理。同時刻的判斷，和空間的長的測定，能夠使這公理成立，便可，所以不致發生矛盾。但是和向來決定時間和空間的方法，以及以此爲基礎的力學定律，不能一致，所以我們覺得奇妙。據愛因斯坦的見解，無論我們用甚麼速度走着，光的速度總是不變。換句話說，光的速度，無論加些或減些，其值總不變。這種的加法減法，在數學上如雙曲線函數，便有這個性質。如果把光速看做無限大，那就變成普通的加法減法了；不過在這個例中，是將某種有限數拿來代替普通數中的無限大之用罷了。再舉一個淺現的例，譬如有車一輛，一人在前挽之，一人在後推之之時，覺得比一人獨挽時走得快些。然而無論增加幾個人或推或挽，車走的速度，決不能大於人類所能達到的最大走路速度。光速最大也是如此。如果有比光更速的現象，那麼以他爲信號，而施行同時刻的判斷，有時和用光而施行的不同。所以在一方時間的判斷，以爲早的，在他方却以爲遲，卽原因和結

果成了逆的順序，生出人類由老漸壯而至於未生以前的不合理的事。這事明明不能容許，所以我們得一切作用不能以更速於光的速度而傳播的結論。

八　時間空間的相對性

據愛因斯坦的意見空間和時間的判斷，都是相對的，由互相運動的觀察者看來同一物體的長短，判斷各不相同；同一事件的久暫判斷亦不相同。換句話說就是空間和時間的長，對於觀察者才有相對的意義，自身沒有絕對的意義。光的速度則不然，無論由誰看來，都是相同。這便是愛因斯坦相對性原理的基礎。

愛因斯坦初提出這個理論時，有許多人不敢相信，直至三年以前數學者閔可夫斯奇用數學的方法，把形式整理完善，即於空間的三軸（向於上下前後左右的軸）之外，更引了時間一軸，把這個四次元空間，稱做物理學的宇宙，表示自然定律，在我們腦裏成爲怎樣的完美體系，而後愛因斯坦的理論，纔得多數學者的承認。

閔可夫斯奇不只以爲光的定律，隨便由那個觀測者看來都是一樣，而且以爲一切自然定律，都應當如此。並預想唯有這樣不變的定律，纔是眞實，所以把這個原理稱做相對性原理。這個原理，可以包羅一切，確實可以置於自然科學的根本之上；一切既成的自然定律，都非改成和他一致不可，而且新發明的自然定律也非和他一致不可。

九　動律的疑問

愛因斯坦更把運動的相對性，看作一個問題。運動是由二個物體之間纔能決定的，並沒有絕對的意義。但牛頓的動律說物體若不受其他的作用，從

他的惰性，以同一的速度而動，如果有力作用，便變了速度。我們仔細一想對此動律，應發生一個疑問。便是這個定律所說的同一速度，到底是對甚麼說的？換句話說，便是到底以甚麼物體來作判斷這速度的標準？這個物體，不是太陽，也不是恆星，那麼非在宇宙中另外尋出一個標準，使動律對於這個標準，能夠成立不可。諾意曼把這個假想體稱做「α」體。本來動律中還有一個力的作用和反作用相等的定律，是說有既知一個物體時，表示這運動的式，要對於質量中心的點纔能成立。這樣推來，諾意曼的「α」體如果非聯結着宇宙間一切物體的質量中心，那麼便非對於這個中心爲等速運動不可。但是如果宇宙的廣延沒有際限，那麼全宇宙的質量中心，到底怎樣纔能決定呢？縱使宇宙的全體物質屬於有限，而且質量的中心，可以決定，然而我們何以獨對於這樣聯結的「α」體，取來作動律的標準系呢？這些都是疑問的事。

更有一層，我們在地球上常見太陽和星由東而出由西而入，這事誰都知道是因爲地球迴轉於自己的軸的緣故。卽使一點的天體也不能見，然而現在的力學，還教我們以地球有迴轉的證據。譬如用線懸一擺，最初雖然使向正南的平面內振動，久之振動面就漸漸離了南北，一晝夜間完全迴轉一次。這個裝置稱做傅可擺；可以證明地球自轉最顯著的現象。此外如物體的重量因緯度不同亦生不同；又物體若自高塔落下，不從鉛直的方向而稍偏於東方，這都是地球迴轉的證據。那麼由這些現象地球的迴轉，可以絕對的決定麼？迴轉運動何以失却相對的意識，而成絕對的呢？對於向來的力學，當然會發生這些疑問。所以馬哈氏早就指摘這個問題，並說力學的基礎非改造不可。

十　一般相對性和他的證明

愛因斯坦以爲用無論怎樣動着的物體來做標準，動律都能成立。換句話說便是主張一切運動的相對性。所以諾意曼的「α」體等等，可以一概不要。譬如月的運動，在牛頓以爲月一面受重力的作用，同時並因惰性欲沿直線飛去，生出遠心力，所以迴旋着地球運動，不會落下。然而更進一步着想，月球上重力和遠心力，如果互相平衡，那麼便和力不作用相等，照通常的物體，如果不受力的作用，就應該沿着直線進行，而月何以反繞着地球而動呢？愛因斯坦以爲力學上所謂物體沿着直線運動的空間，是假定「歐几里得空間」，所謂直線是表示最短距離的線。如果假定「非歐几里得空間，」那麼表示最短的距離，一般是曲線，月所以沿着曲線運動，若把地球周圍的空間看做這樣彎曲的空間便能說明。即傳可擺的實驗，也是這樣。擺的旋轉，不是因爲地球旋轉，是因爲地球上的空間有了彎曲，擺要這樣運動，纔能得最短的距離。換句話說，空間的彎曲是因爲地球或其他天體的引力而起，也可以解釋。

但是愛因斯坦的理論，如果正確，我們應該可以由此發見其他的新事實。本來地球周圍的月的運動，和太陽周圍的諸遊星的運動，若把空間當着彎曲，和向來用牛頓的引力定律所計算的結果稍有不同。據牛頓的定律，遊星的運動軌道，是以太陽爲焦點的橢圓；據愛因斯坦的理論橢圓的軸的方向，漸漸彎曲。譬如最近太陽的水星運動，其橢圓的軸的方向，每百年旋轉四十三秒的角度。這事在牛頓的定律不能說明，然而若由愛因斯坦的理論，恰好得到這個結果。這樣美滿的實驗的證明，對於他的相對性原理已經增不少的信用。

還有一個最著最新的實驗，可以證明愛因斯坦的理論。假定光通過於太陽的近傍，在光的本性上，

應當通過於空間中最短距離。然太陽周圍的空間，因爲受極大引力的影響，生有相當的彎曲，所以光不能不取彎曲的路前進。愛因斯坦於一九一一年，曾經發過豫言，而且於一九一九年五月二十九日的日蝕由英國學者證明是事實了。其法於日蝕時將由太陽近傍的星所射出光的方向撮了影取來計算，所得的結果，恰和愛因斯坦的理論一致。相對性原理的眞價值，至此纔大顯於世。

十一　愛因斯坦的宇宙論

愛因斯坦的理論擴充起來，便成了一個偉大的宇宙論。宇宙的廣延，到底繼續到那裏？這種絕對的問題，當然不能由直接的實驗而得；因爲縱使他有界限，也不是我們肉眼或遠望鏡所能觀測。所以我們向來對於想像這邊際的存在，沒有甚麼理由，其結果以爲宇宙的廣延，沒有限際。然而對此亦起種種疑問。宇宙內到處有星，其分布的模樣，雖有種種，如果就很大的範圍看來，其中所有物質的量，若不特別聚在一處，那麼平均的密度，便不能不一樣。這樣看來，宇宙不論到甚麼所在，由星而來的光，他的明亮的程度，理應平均相同。然而這個思考，和牛頓的引力定律發生矛盾。何以故呢？如果承認這個假定，那麼引力的强度，在無限的遠方，當無限大，這是出於我們想像以外的事。所以自牛頓的理論說來，宇宙的全天體當有中心，一切星體都集於他的周圍，愈離則星的平均質量愈減，所以星的世界，在無限空間的大洋中，或爲集聚的島羣。如果這樣，那麼自星所發的光，對於各方向無限擴散開去，沒有回來，除卻在有星的空間，或被吸收或起別的作用以外，一旦出了星的世界，一點也沒有東西，一切的光，在這樣的空間，徒然消滅，我們世界的「能」便散失了；那麼和「能常住」的定律不生矛盾嗎？

據愛因斯坦的見解，物體周圍的空間，有引力作用，因此生了彎曲假定星平均分布於宇宙全體，那麼空間全體便成了特別的曲率，一定是「非歐几里得空間」了。空間的曲率，這句話恐怕有點難解，試就「面」着想，就可以明白。球面的曲率半徑，是有限的。半徑若無限大，便成平面。現在所說的空間，譬如這個球面通常「歐几里得空間」譬如平面。平面上的直線和球面上的大圓相當。平面的寬延無限，球面的寬延有限；至於沒有邊際一層，却是兩者共通。據愛因斯坦的理論，空間也沒有邊際，然而是有限的，和從前所想像的寬延無限的宇宙相反。由一方向一直走去，終能夠回到同一的地方；好似從前以爲地面是平的，現在於地球上向西一直行去，終能回到原來的地點一樣。

由上所述，可以窺見相對性原理功用的偉大，幾乎將向來物理學的基礎推翻了。所以愛因斯坦成爲二十世紀科學界的一大革命偉人。可是愛因斯坦的理論建設在複雜的數學的基礎上面，不知數學的人，欲解這個理論，實在沒有道理。本篇所說便是不用數學，希望讀者由直觀的加以理解。

本篇多取材於石原純博士的講演，請參看商務印書館新譯的愛因斯坦和相對性原理可也。

相對論在物理學上之位置

段育華譯

本篇首述相對論之通性，再言物理學上已有之三種相對論以示其例：其一爲大小相對論，其二爲愛因斯坦初創之等速運動相對論，其三爲愛因斯坦任何運動之相對通論及其引力上之應用。

相對論之通性

物之若干量之幾許，辨別之方，咸由比較：此相對論之觀念所由起也。一現象當前，欲得其數量之審識，如大小如位置如速度等，必先立其標準，據爲參考，然後比較求之。故其所得，恆爲該現象與所設標準參考系相對待之關係。

凡言一几之長者，卽謂此几與米突尺對待之長，或與英尺對待之長或與任何標準長度對待之長也。如言水星之位置，必設一坐標，以日或地球爲原點，始能定之，如是則爲水星與日或地球對待之位置矣。又如火車方駛人行其中，是人之速可與火車對待言之，亦可與車站對待言之。所謂絕對長度絕對位置絕對速度者，於義爲無所取，於說爲不可通。是故一切數量之審識，皆必有一任意選擇之標準參考系相爲對待，而後可言。

吾人所最當注意者，卽凡數量審識之相對觀念，不特使其審識之性質，與其所審辨之現象，有所繫屬，且與其所選擇之參考系，亦不能無涉。故通常於參考系改換之時，其數量之審識，亦隨之而改矣。

例如有一平圓，欲求其數量之疏寫，用正交二軸爲坐標，令圓心位於原點，則其數量之疏寫，卽爲數學上所習見之方程如

$$x^2+y^2=a^2$$

式中 a 爲圓半徑，其長度按所用之長度標準而定之。

假如將此參考系改換之，使其新系中長度之標準較短，爲原系之 $\frac{1}{m}$ 倍，則此圓疏寫之方程，卽隨之而變爲

$$x^2+y^2=m^2a^2$$

又或不改其長度之標準，而變其參考系之位置，使此新系之二軸仍與原系爲平行，惟圓心不在原點，

則疏寫此圓之方程，即變爲

$$(x-x_0)^2+(y-y_0)^2=a^2$$

式中 x_0 與 y_0 表示圓心在該系之位置。

尚有一種改換參考系之法，即由方坐標而變爲圓坐標也，若圓心仍在原點，則此圓之方程，爲式甚簡，即

$$r=a$$

由此觀之，數量之疏說，皆隨參考系而變換。惟其中有所宜注意者二事：或爲形式全變，或爲僅變其式中之真數。如由方軸變爲圓軸，形式全變矣。然由一方軸變爲他方軸，二者之異，僅爲長度之單位，則其數量之疏說無異，特其真數之値不同耳。

物理學上之方程，其形式及式中之真數，皆與參考系之選擇有所依附，既已詳論之矣。然即據此以究詰該物理現象之性質，從而推其確定之判論，猶未足也。蓋欲得此判論，必先洞悉此方程之依附於參考系之選擇者，果爲何如而後可。此其事莫過於察其所改換之參考系中所謂永定不變者，究爲何物。是故無論何種相對論，其所根據者不外二種之述說：一關於參考系改換之型範者，二關於此種改換之永定不變之物者。由此二述說，則凡屬於特殊事項之相對論全部可以建設矣。

在應用此種相對論之方法時，自可任意考慮其所需要之參考系中之任何變遷。惟其要點，則在決測何者爲永定不變之物。循是判定，往往可得一假設，有此假設，則凡前此關於改參考系不受影響各事之預念，皆備呈焉。

大小相對論

本節所述，乃應用相對論之方法於一簡單之例，即爲形狀相似論，或稱爲大小相對論尤當。

凡量度長度，必先定一標準，若謂某標準之長爲

必較宜,而謂他長爲不適當者,於義無取。此大小相對論之基本觀念也。蓋一物之長,大抵爲對待之事,所謂絕對長度實爲不通;是故物理上各普通公例,雖所疏寫之現象有種種,似與長度標準之選擇無涉,卽有之亦不過其式中之真數值耳。

此種觀念可以下之假設以明之;是之假設卽爲大小相對論之根據。

物理學上任何物量之標準,(長度之標準亦括之) 恆可改變之,而使物理上之普通方程式,常爲永定不變,不特形式不變,真數之值亦不變。

所謂普通方程者,指凡疏說一族類現象之方程,而非疏說某特殊現象之專屬方程也。例如 $C=\pi D$,乃疏說任何平圓周徑之關係,是爲普通方程,其形式及 π 之真數值,二者皆永定不變,因無論如何變換其長度之標準單位也。至於專指某特殊之半圓,如其徑之爲 $D=24$ 者,則爲專屬方程,其真數之值,將依改換長度標準而不同矣。

欲使上述之假設有滿足之效用,最要之事,卽爲考得一組方程,名曰換系方程,用以改換長度標準,及其他物量之標準,咸能令凡物理上之普通方程,其形式與真數皆永定不變。不特此也,此換系方程,且能對於任何指定之長度改變而皆適合。

欲求此種換系方程組,亦非難事。例如關於長度,時間,質量,電量,熱溫商,五種基本物量之換系方程組爲

$$l'=xl \quad t'=xt \quad m'=\frac{m}{x} \quad e'=e \quad S=S \qquad (1)$$

式中之 x 可爲任何數值;故易知此換系方程組,對於任何指定之標準長度,莫不適合。並可用勘驗之法,以此換系方程組代入任何物理上之普通方程,將見其形式真數皆爲永定不變。

既得此五種基本物量之換系方程,則凡任何物

量之換系方程，皆可由該量與基本量之關係而得之；蓋任何物量，皆以此五種基本量爲定義故也。例如速度，能力，震動率，及力等之換系方程，可書之如下

$$\nu' = v \quad E' = \frac{E}{x} \quad \nu' = \frac{\nu}{x} \quad f' = \frac{f}{x} \qquad (2)$$

今試舉一例，以明大小相對論之用，卽由上述之換系方程，可求得能力與震動率之關係是也。此事由卡納博士於其冏定淡氣研究試驗室，曾實驗之。其時物理學上能力與震動之論理研究，頗賴此種經驗之智識，以爲補助。

假如由實驗上之研究，已探得凡震動系對於能力之放出或收入常與震動率有密切之關係，試以下之方程表之，

$$E = \phi(\nu) \qquad (3)$$

式中 ϕ 爲一未知之函數，今欲求者卽此函數之形式也。據大小相對論之假設，若改換其參考系，此 ϕ 必爲一永定不變之函數，故其式又可書之爲

$$E' = \phi(\nu')$$

式中 ϕ 與前爲同式，以 (2) 式中之能力與震動率之換系式代入之，則得

$$\frac{E}{x} = \phi\left(\frac{\nu}{x}\right) \qquad E = x\phi\left(\frac{\nu}{x}\right)$$

或與 (3) 式合推之，則得

$$E = {}^{\prime}(v) = {}^{\prime}\phi\left(\frac{\nu}{x}\right) \qquad (4)$$

此函數方程之解法，一望卽知其爲

$$\mathrm{E} = h\nu \qquad (5)$$

式中 h 爲常數。此式維何，乃能子論（Quantum Theory）中之基本方程也，然已由此簡單之方法不勞而得矣。

試更舉一例以明之，在牛頓萬有引力之方程式

中，若用上述之換系方程入之，則見其非爲永定不變之式。如牛頓之原式爲

$$f = k\frac{m_1 m_2}{r^2} \qquad (6)$$

依法變爲

$$f' = x^2 k\frac{m_1 m_2}{r^2}, \qquad (7)$$

只此一點，已足使吾人對於牛頓萬有引力之方程，是否爲普通之式，不能無懷疑也。用其式以求眞數，或可無誤，但對於大小相對論之原則，既不符合，從可知引力之論，尙待一種基本之研究，是則愛因斯坦相對通論之所有事，本文之篇末將及之。

愛因斯坦等速動相對論

愛因斯坦對於相對論，最初之研究，所認爲根本之觀念者，卽凡行動坐標系，若其對待之動爲等速，則其效用必各相等而無殊異。蓋絕對速度，爲說不通；故任一坐標系，與別一坐標系之對於前系其對待之動爲等速者，其效正同。且物理上之各方程當可令其形式與所用之參考系爲無涉。若僅就動學上最簡之式言之，如光波之自由發散，其在一切等速動之坐標系中亦當爲永定不變之式。此種觀念，可以下之假設表之。

凡物理學上之普通公例，當由一種空間與時間之坐標組變爲任一與原坐標之對待爲等速動之坐標組時，恆可以永定不變之方程式表之。其特例，則爲凡疏寫自由空間光速發散之方程式，當其參考系如前法改換時，其方程之形式與眞數値皆爲永定不變。

此假設之後半，或稱爲相對論之第二假設。並換其詞曰，自由空間之光速，對於任何觀察者恆同，初無關於其發光體與觀察者之動速也。

上述之假設，在愛因斯坦初創之時，原爲無實證之假設。乃不數年，竟有甚多頗滿足之實驗上之確據。如買可遜與摩利 (Michelson Morley) 二氏之實驗，爲研究光速之對於地球繞日之動路，或直垂或平行，二者之比較，可認爲已實證：光速之對於發光體與觀察者在臆想物以太中之任何運動皆爲無涉。又馬約南拿 (Majorana) 之試驗動鏡反照之光速，及最近光體運動之實驗，亦各已分別證明光速與發光體及觀察者之運動無涉之理。

雖然此假設實具有一種革故創新之性質，然不可慢視。欲使其理，無微不顯，因更設喻以明之。假如有發光點 S 與 A B 二動系，A 向 S 運動，B 則依反向運動，二動系之觀察者，各記以相等



之距離如 aa' 與 bb'，與光路平行，並各測光速自 a 至 a' 及自 b 至 b' 所經過之時間，則按此假設之意義，光之經過 aa' 與 bb' 之時間，對於二系之觀察者，當爲同一。然尋常常識，莫不以爲 A 系之時間應短，而 B 系應長，與此適相反也。由是言之，可見據相對論之理，凡關於兩對待之動系中，其空間與時間之量度，二者互相比較之結果，有甚可奇者。

今之假設若真，則曩之關於空間與時間之常識，自非完全改革不可。此常識之謬誤，實導源於自人類祖先迄今之經驗，其所遭遇與所習聞之速度，方之光速，蓋小至不可計及，遂使常識之空時觀念，與正確之空時觀念，其差異常隱微而不易見。此相對論所以必俟吾人能研究光速，而始察覺也。

今請一讀上述之基本假設，即據之以推論愛因斯坦最初之等速動相對論。

用笛卡兒方坐標之法，光之發射於自由空間者，

其疏說之方程式，可書之爲

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)^2+\left(\frac{dy}{dt}\right)^2+\left(\frac{dz}{dt}\right)^2=c^2 \qquad (8)$$

式中 c 爲光速。以 $(dt)^2$ 乘全式而稍變之，則爲

$$dx^2+dy^2+dz^2-c^2dt^2=0 \qquad (9)$$

按上述之假設，此方程之坐標，若以一新坐標之對於原坐標爲等速動者以改換之，其變得之方程，當與原式無異。爲今之計，在考得一組之換系方程，用此組方程卽能達上述之條件。並能於速度減小時，縮爲常識之空時觀念所得之式，卽式之僅能適用於較光速甚小之速度者也。

設有 S 與 S' 二行動之空時系，其 S' 動過 S 之方向爲 X，速度爲 V，則其欲得之換系方程組，可易證之爲

$$x'=\frac{x-vt}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

$$y'=y$$

$$z'=z$$

$$t'=\frac{t-\frac{x}{vc^2}}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \qquad (10)$$

讀者可用勘驗之法，證得此四式，能令下式

$$dx'^2+dy'^2+dz'^2-c'^2dt'^2=0$$

變爲同一無異之式，如

$$dx^2+dy^2+dz^2-c^2dt^2=0$$

並同時亦能適合上述之附帶條件，而縮爲習見之加里利阿式，如

$$x'=x-Vt$$

$$y'=y$$

$$z'=z$$

$$t'=t$$

是爲當此動系之速度 V 對於光速。爲極小時之換系式也。

試再一觀上述之基本假設，愛因斯坦學說之所需要者，不特光速有換系時永定不變之方程式，並凡物理上一切公例皆能用此同一之換系組以馭之，而恆得永定不變之方程。此後一需要實居近世理論物理發達上之重要位置，且能貢獻一種關於物理上普通方程應具如何性質之智識。

理論物理學上既有此種新研究，遂覺曩昔罕彌爾敦(Hamilton)之原理，仍可為物理上基本之公例，蓋物理各支部中有甚多之方程式皆可由此溯其所源始焉。罕彌爾敦之基本方程為

$$\delta\int_{t_1}^{t_2} H\,dt=0 \qquad (11)$$

其足為基本公例之故，即其式中 $H\,dt$ 之量可證明其在物理任何支部皆取同一之式，如

$$H\,dt=-\Sigma\frac{E_0}{C}\sqrt{c^2-v^2}\,dt \qquad (12)$$

式中Σ之意指所討論系中各部分諸量之總和，E_0 為該系各部分之能力在對於該部分為靜止之觀察者所量得之值，v 為該部分之速度。

用此式之助，則物理各支部之基本方程，可書之為

$$\delta\int-\Sigma\frac{E_0}{C}\sqrt{c^2-v^2}\,dt=0 \qquad (13)$$

欲表明此基本方程，對於上述之換系方程組為永定不變，可先入之以下之代法。

$$v^2=\left(\frac{dx}{dt}\right)^2+\left(\frac{dy}{dt}\right)^2+\left(\frac{dz}{dt}\right)^2$$

然後13)之式，即變為

$$\delta-\Sigma\frac{E_0}{C}\sqrt{-(dx^2+dy^2+dz^2-c^2dt^2)}=0 \qquad (14)$$。

由此觀之，易知凡換系式之能令

$$dx^2+dy^2+dz^2-c^2dt^2=0$$

之式為永定不變者，亦必能令罕彌爾敦之式為無變矣。夫罕氏方程乃物理上任何支部之起發點，是可知愛因斯坦等速動相對論之應用於物理學者，

可謂無例不賅矣。

愛因斯坦引力學說及相對通論

愛因斯坦最初之相對論，僅限於等速動系而言之。其第二步當然思及此參考系之對待運動，若爲任何形狀時，其結果當如何。蓋空時坐標之爲加速動系圜轉動系，或任何意想形狀之動系者，皆爲疏說物理現象時，所應備。愛因斯坦乃推廣其相對論而爲相對通論，由是始知凡任何可能之坐標系皆可用法使之有同一效用。

愛因斯坦相對通論所根據之理，可爲一假設如下。

凡物理上之公例，恆可以一組之方程表之，此種方程無論如何改換其空時之坐標系，其形式爲永定不變，特其式中之真數，或不盡然耳。

此原理之所需要者，不過形式之不變，而非真數之盡同，驟視之，一若無甚價值。蓋舊時曾有所謂曲線坐標與泛屬坐標之學說，早有令方程不因參考系而變形之方法矣。雖然，繼此所論，將見愛因斯坦之特長，在能考得換系時方程式中真數之改變，與引力場之改變，有相關之事，並考得此引力場亦隨換系而有不同者也。愛因斯坦所據爲推論者，即此引力場與參考系相關之通性，爲凡用有重力加速之坐標系所得方程，若稍加限制，將與不受任何引力空間之方程，爲同一形式。愛因斯坦之重要之學說，即據此理與上述之假設合觀而推得者也。

愛因斯坦依據上述基本假設之需要，乃舍簡單方程

$$dx^2+dy^2+d\ ^2-c^2dt^2=0$$

而取一較普通之方程

$$g_{11}dx_1^2+g_{12}dx_1dx_2+g_{13}dx_1dx_3+\cdots+g_{44}dx_4^2=0$$

或簡書之爲

$$\sum_{1}^{4} g_{ij}\, dx_i\, dx_j = 0 \qquad (15)$$

以爲當參考系屬於任何空時坐標（或在任何有引力場之空間中）光速發射之通式。又舍罕彌爾敦最初之方程

$$\delta\int -\Sigma\frac{E_0}{C}\sqrt{-(dx^2+dy^2+dz^2-c^2dt^2)}=0$$

而取

$$\delta\int -\Sigma\frac{E_0}{C}\sqrt{g_{11}dx^2+g_{12}dx_1dx_2+g_{13}dx_1dx_3+\cdots g_{44}dx_4^2}=0$$

或簡書之如

$$\delta\int -\Sigma\frac{E_0}{C}\sqrt{\sum_{1}^{4} g_{ij}\, dx_i\, dx_j} = 0 \qquad (16)$$

以爲罕彌爾敦原理之通式。在此諸式中，x_1 x_2 x_3 x_4 之四個泛屬坐標乃用以代前此之 x y z t 四專屬坐標也。

此二方程式，按上述基本假設之需要，必可以任何可能之坐標改換之，使其所得之方程，仍與原方程爲同式。假令

$$x_1 = x_1\ (x'_1\, x'_2\, x'_3\, x'_4)$$
$$x_2 = x_2\ (x'_1\, x'_2\, x'_3\, x'_4)$$
$$x_3 = x_3\ (x'_1\, x'_2\, x'_3\, x'_4)$$
$$x_4 = x_4\ (x'_1\, x'_2\, x'_3\, x'_4)$$

此四函數方程，無論爲何式，皆可由之而得

$$dx_1=\frac{\delta x_1}{\delta x'_1}\, dx'_1+\frac{\delta x_1}{\delta x'_2}\, dx'_2+\frac{\delta x_1}{\delta x'_3}\, dx'_3+\frac{\delta x_1}{\delta x'_4}\, dx'_4$$
$$dx_2=\frac{\delta x_2}{\delta x'_1}\, dx'_1+\frac{\delta x_2}{\delta x'_2}\, dx'_2+\frac{\delta x_2}{\delta x'_3}\, dx'_3+\frac{\delta x_2}{\delta x'_4}\, dx'_4$$
$$dx_3=\frac{\delta x_3}{\delta x'_1}\, dx'_1+\frac{\delta x_3}{\delta x'_2}\, dx'_2+\frac{\delta x_3}{\delta x'_3}\, dx'_3+\frac{\delta x_3}{\delta x'_4}\, dx'_4$$
$$dx_4=\frac{\delta x_4}{\delta x'_1}\, dx'_1+\frac{\delta x_4}{\delta x'_2}\, dx'_2+\frac{\delta x_4}{\delta x'_3}\, dx'_3+\frac{\delta x_4}{\delta x'_4}\, dx'_4$$

用以代入下式

$$\sum_{1}^{4} g_{ij}\, dx_i\, dx_j = 0$$

中，則其所得之式，必恰爲同式，卽

$$\sum_{1}^{4} f_{ij}\, dx'_i\, dx'_j = 0$$

由是觀之，（15）（16）兩基本方程，必爲任何換系時，永定不變之式矣。雖然此中所宜注意者，卽爲式

中真數之値，普通不必無變故 g'_{ij} 與 g_{ij} 之値常不同也。

繼此之事，則為求得 g_{ij} 之數値。愛因斯坦曾研究之，其法為考得此種物量與引力之關係。愛氏之基本觀念，即為此引力場之存在，及其大小，全視其所取之坐標而定。據此觀念，乃知任何觀察者，凡能求得空間某點之引力場者，乃因其所用之坐標在此點無重力加速之故。實則愛氏之特殊揣設，為凡空時之任何點，恆能於繞此點之有限界域中選擇一坐標，使此物理之方程，在最初等速動之相對簡論中，具有簡單之形式。換言之，即為在空時之任何點，恆能擇一空時坐標，使下式

$$g_{11}dx_1^2+g_{12}dx_1dx_2+g_{13}dx_1dx_3+\cdots\cdots g_{44}dx_4^2=0$$

變為較簡之式，如

$$-(dx^2+dy^2+dz^2-c^2dt^2)=0$$

此種坐標，可名之為該點之「自然」坐標。愛氏所揣設者，即此種特殊坐標僅能適用於有限域之空間及有限度之時間中，為所宜注意者也。

重力與坐標選擇之關係，及用合宜坐標能於有限域之空時範圍內消去其吸力場之理，皆可用一自由下墜之升降機中之現象以明之。在此機中之觀察者，所用之米突尺與鐘錶，咸受有下墜之加速，其對於此有限界域中之現象推得之公例，將與無攝引物之自由空間中之觀察者所得公例必為同一。蓋此機中之觀察者之於重力攝引，固不知其為何物也。機之底板，對於觀察者之足，亦無所謂上壓力也。物之於機，亦無所謂下墜之事也。且若有物橫抛而過之，將現一直線之動路，而非尋常抛物橢曲之形矣。

但欲求得一關於物理通式中 g_{ij} 之數値之確論，尚不能不用愛因斯坦氏所增加之假設如下：

在空間時間之任何點，恆能選擇一空時坐標，使

g_{ij}之量，及其第一次微係數，所取之數值，卽爲該二量在自由空間中所應有之數值。

此原理愛因斯坦名之等價原理。蓋此原理之所需要者，爲凡力之引力場最少其第一次之微係數，將與在自由空間坐標選擇所生之力場爲同一。

然欲由此等價原理，以推求關於 g_{ij} 與 x_1 x_2 x_3 x_4 之確定方程，愛因斯坦認爲有須創設一極費苦功之數學理論之必要。此數學理論之繁賾，實爲本篇所不能詳。雖然，其最後之結果在圓坐標中關於

$$\sum_1^4 g_{ij}\,dx_i\,dx_j$$

光速之在如太陽之攝引物中點附近之式，爲

$$\frac{dr^2}{1-\frac{2km}{c^2r}}+r^2d\theta^2+r^2\sin^2\theta d\phi^2-\left(1-\frac{2km}{c^2r}\right)c^2dt^2 \quad (17)$$

式中，r爲該點距太陽之半徑，m爲太陽之質量，k爲引力常數。

用此式以代入前光速（15）式中，則得光速在攝引物 m 之引力場中疏說之方程式。愛因斯坦根據此理，曾預測光之掠過太陽邊緣之線，必因引力場之故而向內稍曲，至$1''.75$之度。此之預測，曾由最近英倫之天學家，攝取太陽與其環繞諸星之影圖於一九一九年五月二十九日日蝕之時，已實證之。並將諸星之對待位置，與諸星當未有太陽時之位置，反覆比較之，確測得各星之光線向太陽灣曲之度，恰爲愛氏預說之數。

用（17）式$\sum_1^4 g_{ij}\,dx_i\,dx_j$之光速值之在太陽附近者，代入（16）式，則得罕彌爾敦原理之變式。此式可用以測定繞日之引力場中一微點之運動。愛因斯坦氏亦嘗據此理以推算，乃求得凡行星繞日之軌道，非爲一種靜止不動之橢圓。蓋其橢圓之長徑，常漸漸有旋轉之勢。太陽系中之各行星受此影響最大而可測者，厥爲水星之軌道。愛因斯坦且已算得水

星之橢圓長徑，其旋轉之度，為每百年43″秒。舊時天學家對於水星軌道理數不符之種種懷疑，至此皆有其確解矣。

上述愛氏之二說，其與事實吻合密切，實非偶然。愛氏又曾更進而研究原子之震動率，且為之預測，謂凡原子震動之次數，應視該原子所在之地之引力位能而定。並曾推得有一可測之傾斜度，即為太陽表面引力場中所發生之分光景之向赤色處所傾斜者也。此之預測，雖由約翰於威爾遜天文台細心實測，惜未得其確證。然不能以是而棄之，後之研究與實測，尚有待也。

是篇將於此結論矣，著者之己意，以為愛因斯坦最近學說，雖尚在進行之中，然已於理論物理學上有莫大之根本貢獻。其說可總結之如次：凡物理上之一切公例，無論如何改換其空時之坐標，其疏說之方程，恆可為永定不變之形式，且其不必永定之真數值，愛氏亦嘗考得其變遷，與引力場之關係。

愛氏實已解釋二百年來運動相對及萬有引力之兩大問題。其一為凡任何空時坐標，皆可用以疏說物理之現象，而與其運動之情狀無關。其二為空間任何點之物體，無論其構成本質之如何，咸受有同一之引力加速，即坐標選擇所生之引力加速也。



羅素的相對性原理觀

羅素著

關桐華

原稿載於日本改造雜誌本年十月號中譯者，因羅素說話透闢，易於索解；故參考日譯，迻譯於此，爲國人好研究相對論者之參考。

要在物理世界之科學上和日常的概念上，要求革命的相對性理論，是分兩個時期開發：前者稱爲特殊理論，後者稱爲一般理論。前者在當時雖惹人驚歎視爲逆說，但後者起來就無足輕重了。按從來的慣例，用歷史方法來說明事實始終，必先述說古典物理學所可懷疑的經驗的理由——如邁克爾遜(Michelson)莫勒(Morley)的實驗——其次說特殊理論解決此等難題，再其次說導出一般理論的純粹理論上的議論，最後才說明一般公衆所得的諸種觀察，證定愛因斯坦的理論，已不僅僅是理論上的事物。——以一九一九年之日蝕時爲最顯著——余則反之，想把提唱一般理論的根本觀念求得直接而非歷史方法的解釋。實際上構成此理論之數學的議論，雖不能充分說明，但說明這些議論下面的諸要點，却是可能，這便是我所希望的所在了。

當兩個觀測者感知同一的事象時，在他們知覺中，必有某種的相似，也有某種的差異。譬如兩個人同時聽一個第三者的說話，並假設二人之中有一個人距離第三者近，那麽，這一個距離較近的人所聽到的聲音，必比那一個距離較遠的人所聽到的聲音稍強而較早。又假使二人同看一棵樹，倒二人所看見的角度必不一樣。在別種感覺各個人知覺間的差異，更是明瞭。物理學家深信他的科學是報告眞實的物理世界中所發生的事象的，或至少亦相信他的科學是能給與這種報告的，而不是單就各個觀測者之私人的知覺來報告的。如此，物理學家的信念如果眞切，那麽物理學必須處理物理的過程中爲一切觀測者所共通的諸種特徵，因爲只有這樣的特徵，才可以看做屬於物理事象的自身的。他所要求的，

是無論這一個觀測者所看見記述的現象或別一個觀測者所看見記述的現象這現象的法則必須一致。這個單純的原理實是全相對論之生成的動機。

我所說兩觀察者感受同一物理過程，而他們的知覺會有差異，並不設想這差異發生於種種興味和知性的優劣等之可稱爲心理的原因。也不設想發生於因爲有的眼睛較銳，耳朶較聰等之生理原因。只設想那樣的差異：如因立在不同的地位所撮的電影或是存留在蓄音器中的記錄而起的不同一樣。這種差異才是物理的差異。物理學本來的理論，無論那一說，都不可不闡明這個。但闡明關於同一物理事象兩個記述間的差異，第一步是須明悉「類似性」，便是從各觀點所看見的兩個正確記述中共通存在的東西。因爲不先明白這個，我們不能說什麼是屬於物理事象的自身，什麼是只屬於觀察者的狀態的。

論至此點，讀者或將質難，說關於觀察者的觀察點問題是物理學在各時代中所曾充分注意而且自哥白尼（Copernicus）以來這問題已經支配天文學了。這種說話之中自然也有些眞理。但原理是往往在充分的結果不曾成立以前便爲人所認知。這原理在理論上雖已爲各物理學家所承認，而許多傳統的物理學上，却仍有與這原理勢不兩立。

有一組規則，在哲學的思考上頗引起人的不安，而因爲通用於實際之故，却能受各物理學者的是認。此等規則事實上是從洛克（Lock）所主張第二性質是主觀的，第一性質不是主觀的話生出來的。據此理論色和音是主觀的，但他們是在以一定速度——音或光的速度——從根源至於感覺者的耳目進行的波中所生成的。形狀是隨知覺的法則而差異的，但此等法則極單純，且容易由映於數眼之外形推論眞形。並且物體接近我們時節，我們更可由觸覺以確知他。於是若能隨着事情斟酌光音和神經之傳達速度感覺所費的時間，那末物理事象之客觀的時間便可推知。這在非專門研究的人，雖不免懷疑，而實際上實爲物理學者所採用的見解。

這種見解，在物理學家不曾講到可以和光速相匹敵的速度以前，完全通用。後來發見了導出不能以實驗來證實的豫想。愛因斯坦說這是當然可以先見的事實，因爲在正統物理學的理論中，屬於觀點的東西和屬於事象自體的東西當中所引的劃線，不過僅注意到實驗所指示的謬誤，此外實尙含有種種矛盾。

正統物理學發生於比現代物理學家所許容的世界更堅牢而且穩固的時代。他最初處理相對速度極小之地球表面上的事象。在實際上能到達的正確範圍之內，他們如果能把地球表面上不

同的尺度和鐘表愼重組織，用以測定時間和距離，便可得一致的結果。因之我們以爲這時空的測定是表明測定的事物之客觀的性質了。於是這種設想由我們和被測定的事物有極小的相對速度的一件偶然事項變成了一種錯覺。我們從來看做是物理事象之時空特性的東西，大部分都依存於觀測者。僅有殘餘的性質方歸到事象自身，而且也只有這殘餘之物含於眞理之先天的偶然的物理法則之公式構造中。愛因斯坦在他身邊找到純粹數學之一用具，卽所謂丁塞(Tensor)理論，使他用客觀的殘餘用語找到若干法則，和舊法則近似的一致。當愛氏法則和舊法則不一致時，他曾證明和觀測事實的十分一致。

客觀的時空之探究中所發生的困難，在天文學上比較地球上的測定容易理解。遊星的軌道不是像馬路和鐵路那樣在空間永久固定的。這可以種種不同時的遊星的觀測來推論。水星的軌道，對太陽說雖是相對的略似橢圓形，對地球說便是相對的極錯綜的曲線。由觀測論到某某時刻水星在某某處之際，我們所計算的時刻是根據於地球上的鐘表，所計算的地位是根據於地球上的標尺。計算時刻我們斟酌光之波及的速度，並且到最近想到依此方法可以確定金星之子午線通過的開始和某鐘表之指針位置的客觀的同時關係。然而我們知道這是錯了。兩個事件對於爲保持正確所當留意之事都不會鬆懈的一個觀測者，或者能看成是同時，但在他一方同樣注意綿密的觀測者，或覺判斷成第一事件是在第二事件之前發生的，第三觀測者或覺判斷第二事件是在第一事件之前發生的。這是三個觀測者在互相有相對的急速運動關係時便可發見。故事件之時間的順序一部分依存於觀測者，不是全部永久關事件自體之內部的關係。

愛因斯坦氏的一部小通俗書「相對論」(The Theory of Relativity)在一九二〇年始以英語出版，這一本書爲使注意綿密的讀者，不必有預備知識，可以明白關於相離的事件之同時性的判斷爲什麼必須依存於我們的運動狀態。其說明之大意如下。

想像一條長而直的鐵路，在這路線上有以一樣速度進行的一列火車。設想在這鐵路上兩個離開的地方打了兩個雷；兩個雷之是否同時，我們如何斷定？打雷的地方假定是A和B。那麼，所有的觀測者或者許看見A處先發閃光；如此我們必可斷定A的閃光是在B的閃光之前發生，毫不躊躇。反之或者各處都先見B處閃光，那麼必說B閃光在前。然而有時靠近A處的人先見A的閃光，靠近B處的人先見B的閃光也未可知。按普通的測定法，這種事件，是必發生在兩個閃光間的時間比閃光由A到B所用時間較少的時候。此時因沒有比光的傳達更快之物的關係，所以生出困難。

與此相類之音的測定便無此種困難，因為在可以聽到聲音的短距離之內，光的傳達實際不過是瞬間之事。譬如設想二人立在相距五百米，可以彼此看見的地方各以所與之信號發射手鎗。因為距離很近之故，二人如果同時看到鎗火，當然可以當作是同時射出。但各人所聽到對方的鎗聲，必都是在自己的鎗聲發出之一秒半後。假使沒有比音傳達更速的光可以利用，必和閃光之在事實上不能確定同時，遭同樣的困難。音的這種困難是為用光的信號所克服。確定光之同時，則非另以他法克服之不可，因無比光速更快之物。

再歸到ＡＢ兩個地方打雷的例，愛因斯坦所舉出之決定同時性的常識方法，是取ＡＢ距離之中點Ｍ，假使在Ｍ點能同時看見兩個閃光，這二閃光當然可以說是同時（在同一地方的事件的同時性並不難考察，只是在不同的地方便很困難了）。據他說我們可以此為同時性之定義，即二個事件，如果位於他們中點的觀測者以為是同時，便算是同時。

這似乎是很明瞭的定義，然而導出了奇怪的結果。我們設想在鐵路中間Ｍ點的觀測者，用上述的定義發見ＡＢ兩地的閃光是同時。但不曾想到火車內的人。現在我們再設想在火車以內的人。假使Ａ處的閃光打着了車尾的車守，他方Ｂ處的閃光擊着了車頭的機關手，設如斯密斯君坐在此車的中央，如此由Ａ處來的光要從後面追上前來，而由前面來的Ｂ光却自然和斯氏相遇。所以斯氏必先看見Ｂ光。這個情形彷彿兩輛極快的機關車，於閃光初發之際，在平行的路線上由ＡＢ兩處出發，以方向相反速力相等的速度向中央疾走，而斯氏所坐的車也正向Ｂ而行，斯氏自然是先遇見從Ｂ處來的機關車，後遇見由Ａ處來的機關車。所以設使斯密斯容認我們的同時性定義，但不適用線路的時間而適用火車的時間，則在鐵路上的人判斷Ａ和Ｂ是同時的時節，斯密斯一定判斷是Ｂ先於Ａ。又假使斯氏坐在走向反對方向的一列車中，他必以同樣理由判斷Ａ先於Ｂ。

當我們只處理日常之地球上的現象時，由這種背反所生起的困難常可以不必理會。所含有的距離既短，所遇到的速度又和光成不了比例。並且在日常生活中，物體是相對的固定於地球表面之時，我們便把物體看做是固定的。我們總以為以「靜止的」人們，即對地球表面不變他那相對的位置的人們所遇的事情為測定的基礎比較合理，而以列車內的人所遇的事情為測定的基礎，不合情理。然而在物理學上情形大不相同。沒有特別的物體可以當作是「靜止的」，運動是相對的事象，是二物體之空間關係的變化，不能分割開來使一部歸於一個物體，他一部歸於他一物體。天

文學上所包括的距離又常極大，往往就是光去旅行也要多年之後纔能達到，而由實驗的觀測所得之電子的速度，超過光速之半。這種情形，遂使相對論在實際上爲重要。而舊動力學不能說明觀測的結果，遂使人開始留心到舊動力學之論理的缺陷。

時間的相對性既經說明之後，愛因斯坦更進而說明距離的相對性。仍取鐵路上以一樣速度進行的火車爲例，設想這車的長度應如何決定。如果我們在車內，我們自然可用普通的測法，量得他的長度。但如我們在車外時，我們便不得不同時在列車之反對的兩端擇定AB二點，而後測定AB的距離。我們若是在車外，我們所規定的同時性，自然是根據車外人之所見，與車內人之同時性的定義必不一致。於是生出車外的人所測得的AB距離和車內人所量得的車長不一致的結果。在事實上可以指示出來車外的人要判斷所測得的車長，——假使測量十分正確——比車內人所得車長稍短。

這可見時空的測定不是絕對的，是要依據觀測者與事件所起的物體，或所欲測定距離的物體間的運動而定的。

最初由實驗結果，稱說有幾種須要根本改造的，是邁克爾遜和莫勒。他們證明一物體無論如何運動，而光的速度，爲該物體上觀察者行相對的測量時，常得同一的結果。這實驗結果和普通概念全然不能兩立。假使你們以一小時行四英里的速度，沿着一條馬路進行，一輛摩託車以一小時四十英里的速度追過你們，（依同一方向進行）這摩託車對於你們的相對速度是一小時三十六英里。假使他來會着你們（依反對的方向進行）他相對的速度便是一小時四十四英里。然而說到光却全然不是如此。設想光在以脫中成爲光波，並設想地球在軌道之內通過以脫而進行。如此，地球上之一點必不能止於由此點所送出之光波的中心上。此種事體恰和一蠅碰到水池表面起了向外擴散的環狀水紋一樣。此等環狀水紋雖有被蠅碰上的一點在水紋的中心，然而蠅却已經向前走去不在輪之中心。蠅在水面上的進行，使他常止於波紋中心是全然不可能的事。

由地面上一點發出光號時我們所遇見的困難，也是同樣。地球與蠅相當，閃光相當於蠅和水面的接觸，向四面進行的光波相當於水面上的波紋。然而若從我們地球上的測定，却發見了光發出的地點仍然是存於光波的中心。這是一個長久存留未得解決的問題。爲解決這個問題想出了特殊相對論，這理論也眞把這問題解決了。如上所述，我們已經知道在閃光發出來的瞬間，急速通過去的彗星上的觀測者所測得的時間和距離，和地面上觀測者所測得的結果是不同的。按特殊相對論的道理說來，彗星上的觀測

者把光看做是以自己爲中心，以一樣的速度向四外擴散。所以無論各觀測者如何運動，在各方向都可看出對於己身之同一的相對光速，並且這光速在旁的觀測者也看出星對於自己有同樣關係。這逆說已由我們的時間和空間的測定的相對性說明了。

引動愛因斯坦事業的相對性原理，說明無論取何種物體作我們的測量基礎，物理的法則是不可不是同一的。人類以地球爲測量基礎是自然的，彗星上的人——假使彗星上有人——以彗星爲基礎，也是自然的。地球上的人和彗星上的人所算出來的某事件的時間和距離，當然是不一樣的。但這種差異不能影響於物理的法則。因爲那是不屬於事件自身的，是屬於我們對於事件的觀察的。假使一個人隔着藍色眼鏡，又另一個人隔着赤色眼鏡觀看世界，他們所看見之物必因顏色而不同；但此等差異不是屬於他們所要記述的事物，所以不能進入物理法則之中；同理時間和距離之各別的測定的差異也當然不能算入物理法則之內，法則是必須無論這一個觀測者的測定或是那一個觀測者的測定，非都同一的不可的。相對性原理便是如此。對於自然所提出的種種法則，都與以試驗的標準。假使所提出的法則代入旁的觀測者的測量中而起變化，這法則是不能成立的；假使不發生變化，卽是有先天的可能性，便有在經驗上試驗的價值。這原理有如此偉力，殊可、驚歎！

特殊相對論只把這原理應用到在直線上以一樣速度相對運動的物體上。他的成立的主因，是要說明：空中如果有以脫存在，而地球既不能不設想其運行其中，然則地球上的觀測者所測得的光速何以在各方向都是一樣，這種實驗的事實。這原理在相對不曾發明之前，沒有一般的原理可以解釋的時候，由羅倫徹(Lorentz)從經驗上考出羅倫徹變換，(Lorentz Transformation)把他總括在內。羅倫徹變換如果還元到極簡單的形式，可以我們之長火車的例來說明。其說明如下：卽火車內的觀測者和火車外之鐵路上的觀測者，所算出的垂直距離和與鐵路成直角的水平距離，結果都是一樣，但關於和鐵路平行的距離的計算却是不一樣的，時間的計算也是如此。設使V是火車對於鐵路的速度，C是光速時，我們使

$$r=\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$$

容我們在鐵路上取不同的兩點上不同時的兩件事，並設想在車外的觀測者所測得的兩件事的距離是x，時間是t，在車內的觀測者所測定的兩件事的距離是x'，時間是t'，則

$$x'=\frac{x-vt}{r}, \qquad t'=\frac{t-\frac{vx}{c^2}}{r}$$

設使 v 比起 c 來是非常之小的，γ 便略等於 1，於是上式（x 若不是非常之大）很近於普通的力學公式，即

$$x' = x - vt, \quad t' = t.$$

然而如果 v 變大起來和傳統的公式的背戾便愈益增大。又假使 x 是很大，t 很小，則 t 是正的時候，t' 爲負的也未可知，即問題的兩事件若稱爲A和B，在車外的觀測者判斷A在B前時，車內的觀測者或者可以判斷是B在A前。（這不可設想一方是正，他方是誤，各人根據各人的見地都是正的，但事件之自體間並無對應的關係，）又設使車外的觀測者看成兩件事是同時，（即 $t=0$）$t' = -\frac{x}{v}$ 便可成立。現在 γ 小於 1，所以 x' 必大於 x。這意思便是車外人所判斷爲一米的車內人便要判斷成大於一米。然而我們若解 x 和 t 的方程式，則得

$$x = \frac{x' + vt'}{\gamma} \qquad t = \frac{t' + \frac{vx'}{c^2}}{\gamma}.$$

即由 x' 和 t' 所表出的 x 和 t 的公式，不過從前揭出的公式就的符號作一相當的變化。所以車內人所判爲一米的，車外人便要判成是一米以上。車內的距離，在車外的人看來是較長，車外的距離在車內的人看來是較長。這便是對於一個觀測者看成是同時的事件，在另一個觀測者看來便不是同時。所以在一人所看做不過單是一個距離關係的同時事件，而在他人則不得不分爲距離和時間的經過。例如你們在車內以一米長之棒測量距離，設想看出A到B恰是相離一米。那麼我們從車內人的見地看起來，便得到兩個同時事件，即棒之一端合於A，他端合於B。就這兩件事說我們得到 $x' = 1$，$t' = 0$。於是用上述的公式 $x = \frac{1}{\gamma}$，$t = \frac{v}{c^2\gamma}$ 而 t 不等於零。因爲測量的工作各包含有兩個同時事件，即測棒之兩端和我們欲測之物之A，B二點的符合，所以測量有同時性的相對性，而且因爲測棒的兩端在旁的觀測者看來不是同時與AB符合，所以在一觀測者看着單是距離的關係，而在旁的觀測者看來便不對了。

在上式所屬的特殊相對論內，有一個數量可以測定，而和所測物體獨立。先從上式看出

$$x'^2 - c^2t'^2 = x^2 - c^2t^2$$

再照一般說，假使 r 和 t 是在一體係中的兩個事件間的距離和時間，r' 和 t' 是他一體係中的距離和時間，則

$$r'^2 - c^2t'^2 = r^2 - c^2t^2$$

所以距離 r 和時間 t 雖都依存於觀測者，而 $r^2 - c^2t^2$ 對於相互有相對等速直進運動的一切觀察者，却是同一。譬如我們考察由某處出發向外傳達的光線，因爲光速是 c，所以 t 時間內所進

行的距離 r 是 ct，所以設着光線的地方無論何處皆是 $r=ct$，和 $r^2-c^2t^2=0$。這 $r^2-c^2t^2=0$ 的關係是因爲連結了一光線的二端，或即光之信號的發出點和觀看點的原故。設使 r 大於 ct 則光之由此事件發生處到他事件發生處之傳達不能不在他事件生起之後因爲設有比光之傳達更快之物，所以此事件不能對他事件上有何等影響。如此，這兩件事便可謂爲「空間的」分離。然而設使 v 比 · 小，則光之由一事件之發生處至他事件之發生處的傳達能在他事件未發生之前走到。如此則一事件能影響於他事件，二事件之分離可稱爲「時間的」。在二事件的分離爲空間的時候，必可找出一個和他們有同時關係的關係物體來。於是他們的分離，就是物體上他們的距離。此時必有關係於此事件在彼事件之前的物體，他方必有關係於彼事件在此事件之前的物體存在。然而這分離上爲時間的時候，則二事件之一必在他一事件之前。而且此種順序對於所有的關係物體都是一樣。但此際某物體由一事件移動到他一事件是可能的。而且關於這類物體的空間距離是等於零的。所以就這種關係物體說，他們的分離不過是單由時間的經過而成立罷了。

然而上述的全體系，不過單是屬於特殊相對論的。現在我們的注意，可以轉到那包含特殊相對論爲一特例的更偉大而無所不包括的一般理論上了。

在一般理論，我們除去那相對運動上限於等速直進的制限；一切可以想像得到的相對運動都可以容認。一般理論之通俗的說明是極困難的，或竟謂爲不能亦無不可；有很多的很重要而不易解釋的數學用語。但單只說明他那基本概念却是可以的。

最初幾何學由獨立科學而容納物理學中，是很明白。此事早已由同時性的相對性生出來。在幾何學中，設想一直線或一圓圈的諸部分都是同時存在的。然而在一觀測者看他們是同時的，在別一觀測者看來便不能同時。假使他單獨存立，這種困難原可克服。但一直線的全部概念崩壞了。在你們所看到各部分同時存在的直線之路，在他觀測者看起來，或者是次第伸入存在的一種曲線之路也未可知。我們在斷量上所視爲必要的剛體，僅對於某觀測者說起來是剛體，對於他觀測者說就是不斷的變化他們的次元的了。我們設想某種幾何學之可以離物理學而獨立者不過是我們那頑固的地球中心主義的想像而已。

同時性是相對的這件事實，打破了關於物體之普通常識的概念。一個延長的物體，按常識說起來，是由同時存在的若干部分成立起來的，假使這物體不是剛體，各部分的空間關係在某時刻和在他時刻是不一致的。但在任意的時刻，便設想這物體是全然有

一定的形狀的。這種對於物體的看法，都爲相對論所滅亡。我們適於想像：爲愼重測量起見，用一米突棒較比用一尾活鰻魚好。然而這是錯了。在適當運動狀態中的一觀測者，看鰻魚也同我們看米突棒一樣是剛體，反而看那棒却是不絕的旋轉似的。並不能說這觀測者看錯了事物，而我們所看的是眞實的。這種事件所見之物不獨屬於所觀測的物理過程，也屬於觀測者的他位關係。空間的測定和時間的測定非表示所測事物之特性而表示事物之對於測定者的關係。所以由觀測告知我們關於物理世界的事，比我們從來所相信的更是抽象的了。

在特殊相對論中，我們看那兩個事件中間的間隔可以無限數的方法分成兩部分，一部分是空間的，一部分是時間的。並且選擇適當的觀測者可以使空間的或是時間的部分等於零。空間和時間之可以任意（在一點）分割的事實，把普通以爲運動包含着相互全然離開的固定的空間和固定的時間之平常概念打破了。使我們研究物理學不得不從事件起，而不從運動的物體起，那些事件無論那一個皆可就任意挑選的基準事件，以所與的（或譯爲已知的）相當的地位和時刻，決定出一個位置來。決定地位，因爲空間有三次元，必須要三個量（座標；）決定時刻要一個量（座標。）所以在若干事件的多樣中之一事件的位置，能以四個量決定之，這四個量之客觀的空間和時間的座標是不能區別的。在一般相對論中，一事件的位置，我們可以四個座標的設定決定之，但關於座標的設定不好決定特別偏於某一方法。

在日常物理學中，一事件的座標可由地球上所作的時空測量得之。譬如設想一架飛行機罹了火災，我們可以用飛行機所在的經度和緯度，和他在地面上的高度，在後再添上發火時之格琳嘁（Greenwich）時間，這事件的位置便可決定。在我們制限我們的注意只在不含有高速度的地面上的事象時期之內，這樣測四種量（經度，緯度，高，格琳嘁時）好似有物理的深義，然而相對論指示出來並不必一定如此。所以我們希望把物理的深義接付於座標。而設想座標好似圖書館中書籍上的印號一樣，是便宜上任意設定之物。我們唯一的要求是近接的事件應有近接的座標，卽二事件如果相距極近，牠們那座標的差異也便極小；二事件的分離如果比任意設定的極限還低下之時，那座標的差異，便可以不必計較。此其中含有一種假定，就是事件可以有「近接」的一種物理關係；在有數多的事件近接於所與的一事件時，某幾種事件更較他事件距所與的事件近，而沒有比可能的近度更低下的（零以外）極限。設定座標時，我們須斟酌這件事；但除此以外則座標爲任意的，而不必看作含有物理的深義。

在一近隣之內，普通物理學一定也可以近似的成立。即有規定在近隣內的座標之可能方法。當採用此法時，物理的法則便成爲傳統的了。此等法則的成立必是因爲我們已經知道傳統的物理學是近似的眞。然而正確的物理法則，無論我們採用何種座標，都非同一不可。因爲座標是表示規約的，不是表示物理的事實的。引愛因斯坦到引力法則去的，即是此種考察。這法則若在牛頓的形式中，即主張二物體有互相牽引的力，這種牽引力與該物體之質量的積成正比例，而與距離之自乘成反比例。關於這個法則的別種困難暫置不問，我們先集中我們的注意於他所謂「距離」的這個問題上。他的語意自然是說「在所與的一時刻內的距離」即設想在某瞬間t之內一物體在A處，他一物體在B處，而且問題的距離即是關於時刻T的距離AB。然而因爲同時性是依存於我們座標的選擇，所以我們選擇一他座標時，我們可知第一物體在A時，第二物體必不在B而在另一地位C。所以從這引力的法則，關於二物體的運動可由我們所選之種種相等而合法的規約之中生出種種不同的結果。這種不合理，正和某人曾殺人與否是依存於他們呼姓或是呼名一樣。所以引力的法則照那傳統的形式是不能算正當的，因爲他含有在所與時刻內之二物體間的距離，這距離不是一件物理的事實，是由規約而定一種量。物理的法則不問距離是以英里測得或是以杆測得，總不可不相一致，這事是很明瞭的。而我們所處理的在本質上不過就是這同一原理的延長罷了。

愛因斯坦發見一引力法則，座標的選擇是獨立的，並且以普通物理學的座標表示時，極近似於牛頓的法則。他指示出他的法則和牛頓的法則有三個細微的差異。第一是關於水星之近日點的，愛氏法則把從來使天文學者迷惑的小誤差說明出來。當愛因斯坦初發表他的理論時，這是有益於他的唯一的一個經驗論證。第二差異是關於通過像太陽那樣很重的物體的近傍時，光的屈曲。以前是設想光是全然不受引力的支配；但物理學家也承認光如果是由質點成立的，實際上或者是屈曲的。然而依愛因斯坦氏新法則，要比上述物理學者所想像的屈曲的二倍。一九一九年五月的日蝕，恰是由位於太陽後面的諸星的觀測，可以試證此點的好機會，試證的結果，與愛氏預言恰相吻合。於是因爲有了供給他那理論之經驗的證據，一般人也都容認了。然而已理解相對論的人們，不問觀測的結果如何，也自知引力法則之舊的公式決不滿足。他們也許不得不容認愛氏法則尙有多少謬誤，但他們決不肯容認牛頓法則是正確的。

愛因斯坦所提出的第三個觀測上的試驗是關於分光線上之

黑線的即這種黑線在太陽和星的分光線中比較地球上的光源應當少許移向赤色方面。關於此點直至現在，無論是贊成或是反對新理論的人都不會得到何等決定的結果。這種觀測是很困難的，所期待的效果也是很小的。然而觀測的結果便是仍然那樣，也一定不反對愛氏理論了。所以愛氏理論和牛頓理論之不同處，即便假定愛氏說是正當的也料當無礙。

相對論之所以可驚嘆的結果之一，就是向來傳統的物理學者之所有的「大原理」幾乎單是同語反覆的。質量保存的原理早已消失，被吸收到能力保存之中，（在現代物理學中物體的質量不過只是他能力的一部，而且決不是不變的一部）以前雖以能力保存為一大原理，而實際不外乎關於測定和命名法的，我們之規約的同語反覆的結果。運動量的保存也是一樣。從傳統的物理學之合於相對論的修正上看起來，可以知道他那明瞭的特徵是非先天的不可不用數學術語來論證是非常之難的。然而大概說來，物理的法則如那「大法則」者大多數是一碼即三英尺。但如量子論之物理學的新部分，却不能入於上述的部類中，此種新部分似乎能給我們些經驗法則之眞正的知識，不至如舊物理學崩潰在同語反覆和地文學的兩部分裏。

怎樣能得到這些結果，愛氏引力法則的性質怎樣，我想竭力省去數學在後日論文中述說。

（一九二二、十、一）

康德和愛因斯坦

德國許萊德 Ilse Schneider 原著

訶生譯

我們若把康德底超絕的觀念論眞確解釋起來，就見得他和愛因斯坦底物理學連這個底認識論的結果絲毫沒有衝突。康德底直觀形式不過給與我們一種模型(Schema)，一種整理和列入底定律(Ein Gesetz der Anardnung und Einordnung)罷了。

勞埃(V Laue)在他那本論特殊相對論的書裏面曾按所舉的理由斷定特殊相對論和康德學說是相合的。(註一)同樣的證明也可以適用於普遍相對論。若論空間和時間自體的概念含的實質的對立關係 (Physikalische Gegenstandlichkeit) 若是

越少，就和康德底形式的原則越接越近，同時却和「實際的」絕對的空間「實際的」絕對的時間，幷一切實質上可以論證的與件(Physikalisch Nachweisbare Gegebenheites)越離越遠。（註二）康德還把這些與件命爲「非物」(Undinge)這種「非物」雖則是感覺上觀察得到的物件而且具有種種實質的性質，但在康德和愛因斯坦看來却都是不存在的。（註三）從這點看來顯見得愛因斯坦底物理學和康德底超越感覺論所生的衝突比以前的物理學已是較少了。至於普遍相對論主張下一切體系皆有同等權利(Gleischberechtigt)的一層，也只不過替那「與件可以納入純粹直觀形式的模型裏去」的說法，多添一個根據罷了。

我們否認康德學說和相對論相衝突的根據不單止根據純粹理性之批評裏面的論辯，並且還根據他對於自然科學底形而上學的基礎的一切論辯。所以從這篇文字就可以把康德對於空間和運動問題所採的態度徹頭徹尾表示出來。康德從未曾在別個地方把他對於物理學原則的見解表示出來比在這裏還明瞭些。唯其是因爲他把這個見解和他底哲學融合起來，所以這篇文字很有給我們研究的價值，而且必得這种融合方才能將康德對於本問題所採的態度表示出來，絕對須要理解他這態度才能夠識透他和相對論的一切關係。

康德底純粹空間，或亦喚做絕對空間，幷不是實際的物件，却是一個形式的原則，但從別方面看來，空間却是由物件所決定的，但「只限於這空間是充滿了現象的空間」第一條二律背反底反提說(Antithesis der ersten Antinomie)第二條註釋說：（註四）『空間不過是外面的直觀形式，並不是實際的對象……可見空間在物件底存在之中，絕對（單指自身而言）不能算爲一種決定物件的東西，因爲他完全不是對象，不過是那些可能的對象底形式罷了。物件將空間當作一種現象決定出來，這就是說這些物件只須處在空間底一切可能的賓辭（大小和狀態）之下，就能夠使他們成爲實際的；可是反過來說，若要將空間作成一種能夠自己一身存在的絕對的東西，拿去把物件底大小和狀態等底實在性表示出來，却萬萬辦不到，因爲他自身本來就不是實際的東西』。康德底這段明瞭的解釋，在理可使一切對於他底空間理論所生的誤解，從此再不發生的了。這段文字在我們看來，雖則是極其新穎，但他幷不是和最新物理學相反對，乃是替他開一條途徑。可是我們須防着過於推敲這種表示，我們在這裏決不能就斷定康德對於愛因斯坦根據相對論所定的空間測定法，已有了什麼觀念了。不過由此知道他底超然哲學的觀察以及物理學的觀察對於物理學方面的發展，並沒有什麼衝突的地方，是無可容疑的

了。

愛因斯坦用一種非歐几里得的幾何學來做他底物理學的根據，這一層大多數康德派哲學家看來大概要算得是衝突的要點。何以必須選擇這種非歐几里得的說明？他從前已經解釋過的若站在愛因斯坦底立足點上面就可以覺得超然哲學對於一切先驗綜合判定底客觀的確實性，(Objcktive Gültigkeit Synthesischer Urteile a priori) 所生的疑問，不是毫無意義了。——許多近代的物理學家痛詆康德底空時學說，以爲是一種已經完全被人克服過的。這種激烈自負的聲調，完全是沒有正當理由的。至於康德底先驗具有何種性質愛因斯坦底物理學何以既不和康德學說反對又使他成爲贅疣的緣故上文都已說明過了。康德在序文 (Prolegornena) 中曾闡出一條途徑恰和純粹理性的批評裏面所走的那條路正相反對。他在序文中選定成立的科學：純粹數學和純粹自然科學，做他底觀察底出發點。這種純粹形式的區別對於康德底超然哲學常常喚起完全錯誤的見解。我們評定他的價值，若只問到底是歐几里得的幾何學還是多數的非歐几里得的幾何學可用在物理學裏面做自然定律底唯一意義的解釋，那就算是完全誤解康德學說的眞義，就算是要在「純粹」的直觀形式裏面去搜尋一種經驗性，就算是把康德已經明明隔開的內容決定性，強放在純粹的直觀形式裏面。康德所選擇的公式，務必使物理學底種種發展皆屬可能，應該沒有什麽可疑了。所謂列入的可能性對於轉換依然還是不變的 Invarinte 的。卡西勒 (Cassirer) (註五) 也是站在這種立足點上面，據他說：「…本着這種意義看來批評的經驗論實在也差不多可以構成經驗底普通不變論…」他論到超然哲學就說：「…這裏是想要確定一種普遍的形式原素，使他對於特殊物質的經驗內容底一切變化，都保存一定的形式。」由這種意義看來，康德底純粹空間和純粹時間就是這些「普遍的形式原素。」

康德倘若能夠得着數學和物理學底現在的地位，作成根據，會不會把他底理論的譬喻法又造成別種形式，雖不能任人斷定，不過對於我們底問題總是完全不變的。總之他在李曼 (Riemann) (註六) 以前一世紀，已經將三次元以上的幾何學底可能性，牽入他底考察範圍裏面去了。一七四七年康德曾做一篇論文駁萊伯尼志(Leibniz)底活力學說，(註七)文中把他自己對於空間底三次元性的理由所獨具的一切直觀表示出來。從前康德這篇一半論自然科學，一半論眞正形而上學的論文，最足啓人注意的地方，就是他曾把空間底三次元性和物質底物理的性質聯在一起。第一段第十章的題詞中說：「空間底三重測定，大約出於支配實質

互相作用之力的定律，「測定空間的定律」即是康德所謂之「廣延的次元」(Dimension der Ausdehnung)「乃係根據若干個定律而成，一切實質都要按着那些定律用他們所自有的各種實力以求團結。」康德所說的這個定律當然是指牛頓的引力因爲下章接着寫的是：「三重的測定似乎就是這樣得來的因爲實際的宇宙裏面一切實質間互相作用的力底強度和距離自乘數適成反比例。」最足使我們生異的大概就是康德那種主張，說這個定律是一個任意的，說不定上帝除此之外還可以選擇別個，譬如用力和距離底三乘數成反例，來作定律。「由這個定律也可以演出一種具有別種特性和別種測定的廣延。包括一切可能空間種類(Raumesarten)的科學恐怕就是有限理性所能演成的最高的幾何學。」

可見康德是第一個先把幾何學和物理學，尤其是和引力的關係指示出來的人。不料後來一直到了愛因斯坦出來才在那決定空間測定和決定引力場的基礎張量裏面，將康德所預料的關係，用科學的方法闡明出來。康德底敏銳眼光預先就能見到多次元幾何學底可能性，造成了「最高幾何學」的概念。現在的人反轉以爲他的學說是戰敗了的，是陳腐不堪的東西。不惟如此，並且還主張說只要用多次元幾何學底可能性就可以將他底超然哲學的

全部問題弄成毫無意義的東西。這種見解錯誤的地方，由上面所引的文句已經證明了。康德隨後還說到我們所以不能表象出一種三次元以上的空間的理由，乃是因爲我們把牛頓底定律引用到心理的事象上面。他這種思維底徑路多少總是歸到形而上的推測上面去，以爲那些具有別種測度的空間底存在，是可能的。雖然康德要人站在他底批評學的立足點上面去判斷他底批評學以前的文字，而且也並未曾因此要想完全維持他從前許多的意見，但我們爲要理解他底空間論起見，須要曉得上文所表示的思想就是康德的思想才妥當。我們從這一點知道他已經注意到多次元幾何學的可能性，已經看出幾何學和引力的關係了。至於空間的測定對於諸引力場的關係，直到愛因斯坦(註八)方才認識而且用張量分析的言語方才把他表現出來。當然不是康德所能看得到的。但他却是頭一個首先悟到空間幾何學是與引力有關係的。對於這層他說得非常明瞭。他說：「假使實質沒有力量在他自身以外發生作用，恐怕空間也沒有廣延也沒有了。這是極容易證明的。因爲要是沒有力，就不會有結合；沒有結合，就不會有順序，沒有順序結局自然就不會有空間了。這種實質的力既是按着一個定律在他自身以外發生作用，那麼由這個定律又怎樣能够產生空間測度的多次元來呢。」(註九)

這裏已經含有一種深奧的認識。就是兩種完全分離科學即幾何學和物理學間的眞切關係的認識。至於這種關係到底怎樣深遠？測度的情形到底和引力是怎樣的關係？康德却還未曾明白。

康德在這篇少年時代作的論文裏面，雖還沒把超然美學所特有的那個空間定爲純粹的直觀形式，但他所說我們「心靈」——對於這一個名詞他後來固然還另擇了一種說法——底準則性（Die Gesetzlichkeit unserer Seele），限制我們只能表象三次元的空間的話，已可以給與我們做解釋他底超然理想主義的要義。他一方面說到次元數和引力有關係的那個空間，一方面說到表象得到的那個空間和我們表象空間的能力。本問題視爲極其重要的區別在他這篇幼年時代的論文裏面，已經很明白的了。這種區別我們就在康德的全體學說裏面也才可以推求得到。

康德主張三次元的歐几里得幾何學底空間，和牛頓引力定律所能適用的那個空間，完全是同一的。他又主張這些性質互相有一種函數的關聯。這種主張并沒有和愛因斯坦底普遍相對論衝突。反之要是引力勢（Gravitationspotential）（註十）底值爲一常數的時候，愛因斯坦底結果，也是歐几里得測度的空間。若由近似的考察說起來，普遍化的均方程式底第一近似值，就是牛頓底定律，但引力勢底值若起了變化，那麼空間的測定法就也變爲一種複雜的，那時就有一個須加以注意的引力場。這樣看來，愛因斯坦底物理學裏面所特有的這些思想徑路，并沒有和康德學說相衝突，而且還包含着康德所觀察的那個特殊的情形在裏面。康德底預言却不曾影響到物理學的發展，魏爾（Weyl）（註十一）說得不錯，他說：「愛因斯坦底引力論是由兩個認識界相接近的時候生出來的，從前這兩個認識界在歷史的發展之中，都是完全分開走的。」康德雖曾道出這兩個認識界（物理學和幾何學）的關係，可是愛因斯坦以前，却沒有人想要把他解釋過，一直到了他，才憑着他底引力論，使康德的預言能够滿足科學的要求。

我們若把相對論和康德哲學詳細考察起來，就見得這兩學說間的衝突——這衝突自被人揑造之後，常常被人嚴重申說——無形消滅了。（註十二）

愛因斯坦底宇宙論之解決，和康德底二律背反中之第一律，也是立於平行的地位，大概的人對於這點都覺得奇妙。但我們若把他們細察起來，就見得相同的地方很多，例如愛因斯坦對於物質團底解決不能滿意的議論，在康德看來，也是的確如此的。康德底「空間在物件存在之中，絕對（單指其本身而言）不能算爲一種決定物件的東西」的解釋，愛因斯坦却也認爲一種思維上必然的結果。除開「星體底消失」，「能底漸次消滅」以外，還有那種意

見以為無論什麼觀察得到的事實都是發生於絕對真空的空間，而不係屬於物質之存在。這都是愛因斯坦所不能滿足的。物理學者底職務，是在求能夠得明白的解釋和由觀測事實得來的因果關係。愛因斯坦的事業，都是遵着這個職務成就的。

康德學說和愛因斯坦學說都是只在不定限的宇宙不在無限的宇宙裏面指示我們那一條回歸路——老實說就是前進路。康德曉不得宇宙的限界，愛因斯坦也是曉不得宇宙的限界。愛因斯坦下的公準，認為物質在宇宙裏面的分佈狀況應該是一律均勻的。由這個公準他就將宇宙底容積估算出來。有的人為了這樣就以為他底這個估計給宇宙定了一個限界出來。這當然完全是一種錯誤的見解。愛因斯坦底解決，雖則是歸到一種有限密合的宇宙，但他自己却和康德是一樣地反對這種設定絕對界限底實驗的可能性。這種結果，在認識理論方面看來，是很能供人滿意的絕對比那種根據牛頓底定義假定出來的「真空裏面物質團」之解決勝過許多。至於愛因斯坦所用的空間底彎曲和球狀的構造，種種表象都是不完全的，——往往極易被人誤解的譬喻。宇宙是有限密合的，却不是無制限的。所謂密合，并不是截在或是包在固定的限界之內；愛因斯坦底思維完全不是這樣的。我們須要體會一種無限界的前進，在不定限的宇宙之中是可能的，正和康德所說實驗的回歸路裏面的那種前進是一樣的。

愛因斯坦從數理的物理學方面本他自己假定的那些公準，算出他底宇宙學的解決，至於康德却用純粹推測的思維達到他底結果。

哲學和物理學齊歸到同一的宇宙觀就是宇宙底絕對的無限性。

(註一) 一九一三年，「相對性原則」(Das Relativität-sprinzip) 第三七八頁內中寫的是：「……因為按照康德底說法，時間和空間同是一種直觀底形式；是一個模型，我們須要把一切事件列入這個模型之中，供他們在那些極偶然的觀察物裏得一種客觀的價值不致和主觀的一樣；又供他們對於那些客觀的經驗事實底可能性，得一個條件。這種列入法只有把自然定律底實驗的認識做根據，方才成功。」

(註二) 參閱「力學中定理第八，註釋第二說可以說明出來實際的空間底概念和那個只有觀念的空間底概念之間却有一種區別之……」

(註三) 康德并沒有像徐利克 (Schlick) 一樣的主張把「物理學的空間概念和他底空間代表」混在一起的。

(註四) 見所著「純粹理性」第四五九頁。

(註五) 見加西勒(Ernst Cassirer)所著「實質概念和作用概念」"Substangbegriff und Tunktionsbegriff"(一九一〇年柏林Br. Cassirer發行)第三五六頁。

(註六) 參閱李曼所著「論一切假說……」"Über die Hypothsen"

(註七) 「對於活力之眞正估量的思維」"Gedanken von der wahren Schätzung der lebendigen Kräften"一七四七年(一七四六至一七四九年)大學出版第一册。

(註八) 李曼對於「結合力」(Blindende Kräfte)底性質幷沒有詳細說明過。

(註九) 參閱「思維……」底第九節。萊布尼志曾由通過一點互相垂直的三直線中證出三次元性，康德就是在這種證明中看出「循環論證法(Zirkelschluss)他先要用純粹數學由各數之自乘」中演譯出三次元性，失敗之後，又要想把實質對於相圑結的物體所生的力底性質做三重的測定底根據。」

(註十) 參看第九章第一註釋。

(註十一) 見外爾所著「測度底場和引力」"Metrisches Feld und Gravitation"第三十六章。

(註十二) 加西勒 Ernst Cassirer 所著「論愛因斯坦的相對論認識理論的觀察」(Zur Einstinischen Retativitätstheroeie Erkenntnis Theasetische Betrachtung, Berlin Br. Cassirer 1921)這本書直到我脫了稿之後才落在我手裏。當我編述時候，我甚喜得到一個機會將作者相當的考察指示出來。加西勒極其推崇相對論，說他有很高的認識理論底價值，同時他也見得超然哲學底基礎幷不爲了相對論而被震動。他也承認眞正超然的觀察點對於最新的物理學有完全適用的價值——由是我敢斷定我底這篇議論的結果正和他所觀察各點都是一致的。

萊亨巴哈(Hans Reichenbach)在他底「相對論和先驗之認識」("Relativitätstheorie und Erkenntnis a spriori" Berlin, J Sprinnger 1928)裏面所解說的康德見解，和康德所反覆申說的超然哲學底定義不符，而且大概沒有顧及那個在我們底本問題看來極重要的「自然科學底物理學的基礎」底定義。所以他的文字若是出現在我完了稿以前，我也不必把他底結說解釋一番了。

愛因斯坦之相對性原理

桑木彧雄原著　一聲譯

愛因斯坦的相對性原理爲什麼說是改變了奈端以來的物理學?因爲在這原理棄了奈端力學的根本的絕對時間和絕對空間的觀念。把奈端引力法則改了,把從來的歐几里得空間看做非歐几里得的空間。一面又示人宇宙雖有界宇宙却不是無窮的擴延。加之以實測上的證明,就引起了人人的注意。

相對性原理分作兩段,一段是特殊相對性原理,二段是普遍相對性原理。所謂特殊的,在奈端力學上亦曾假定過,不過就電學光學說來,好像就不能成立。羅倫徹因爲補綴起見立一個看來是任意的假定。即現今很有名的羅倫徹收縮假說,但是愛氏則由時間空間的相對性着想指示電學光學上面也有特殊相對性原理可以成立。至於普遍相對性則全然和奈端力學的前提不相容,要想將這個時間空間底相對性澈底弄清,就不能不到達這個地步,這是馬哈和樸蔭凱雷等由他們的認識論上早經說及。愛氏只不過將他做成一個物理學的系統結果就達到改造引力法則,誘導出非歐几里得空間。

但是什麼叫特殊,什麼名普遍?可用運動來說明,運動是相對性,不是絕對性。所謂特殊指等速運動,所謂普遍指不論若何的運動。運動本是相對的;假設只有一物甲,決不能生運動觀念。有了甲乙二物,由他相互間距離的變化纔能得着甲或乙的運動觀念,要定甲乙中間那一個運動那一個靜止,非有一個第三的丙來作標準不可,要定丙是動是靜,又非對於第四的丁不可。故就唯一之物而云動靜,在物自身無可決定,科學上直無意義,故相對論者謂絕對之動靜爲無意義,由此可知所謂天動說地動說的爭端底根據都完全失掉了。

然而在奈端法則,却有絕對空間,絕對時間。物體所占絕對空間位置不變,物恆靜止,位置一變,即成絕對的運動。絕對空間絕對時間到底是什麼?我們以尺來量空間,以時計來量時間;尺有伸縮,時計有遲速,絕對空間決不是和我們經驗的同一樣。不是相對的,不是關係的,乃是自己獨立存在的東西,並且具有等質等力的性質,如歐几里得幾何所示。絕對時間則爲一樣的時間之流。聖奧噶斯

登從前說過，時間是什麼，人不問我的時候，我知道。人家問起我來，我反不知道了。要說明時間空間的概念，而又去用預想空間時間的概念，如用「地位」「方向」「擴延」等來說明時間，用「一樣」「流」來說明時間，這種說明豈不成了循環論法嗎？因爲這概念是根本的，所以不易分析。亞里士多德學派以運動概念和時間的概念是不能離。近世突能特勒布爾克以運動爲根本觀念，從這裏面纔分出空間時間的觀念來。亞里士多德以爲客觀實在的運動中的時間，也是實在的。到了中世紀，受宗教的影響，別生出經濟的「時間之永久」，由此生出奈端所謂絕對時間，絕對空間觀念的發生，也是差不多的路徑。當時對於奈端的這種實在論，笛卡兒派萊伯尼志派都反對過。到康德以後，纔認爲這種絕對空間和絕對時間不是客觀的實在，是主觀的形式，先於經驗，存在心內，是構成經驗底形式底經緯。這樣的形式，正如歐几里得幾何所示，和奈端所說相同。因此說，康德把奈端的力學哲學的完成了。不論在實在論，在觀念論，如以爲空間時間是超過經驗，那末絕對運動絕對靜止也可以有意義。從此點看，那末特殊相對原理也好，普遍相對性也好，都不一定要成立了。

但是又說奈端僅僅將特殊相對原理保持住了，這是因爲他將現象底原因的力只和運動變化有關，作成根本假定的緣故。奈端以前有千幾百年來信爲眞理的亞里士多德物理學，又有同時並馳的笛卡兒的運動量保存說，萊伯尼志的活力保存說。奈端以噶利略的惰性律之正系導出以上所說力的定義，因此以爲靜止和均一運動是沒有力的作用。所謂奈端法則其形式可以滿足特殊相對性原理。譬如在船上戲球，船是靜止，或是均一運動的時候，不見有何差別，便見一個證例。然而仍以爲原因存在自身，力是絕對運動，不是相對的變化，是實在。奈端把哥白尼的地動說和噶利略的惰性律都攝取到他的力學系統內。而在他們以前，認爲信條的亞里士多德物理學，是以天動說爲根據。若照天動說爲準據，惰性律一定示圓運動，因爲不能不示和地球相對的恆星的運動的緣故。既取噶利略均一直線運動的惰性律，又取地動說，所以不能不以地球的運動爲絕對，把地球爲扁橢球體作證據。更不能不以相同的遠心力爲異於物質間自然力的引力，是由運動而生。總而言之，奈端力學以運動的絕對性做前提，以爲均一運動是不可認識，唯絕對的運動變化可以認識。所以在奈端力學，只承認特殊相對性原理，而不認普遍相對性。

奈端以後，因光學和電學的發達，能媒的觀念變遷了幾度，到羅倫徹電子論，以爲能媒在絕對空間裏絕對靜止。由此可想對於能媒的運動在均一的進行的運動，可以得光學電學的結果。但是由

邁克爾遜莫勒的試驗知道不然。光學上現象正如船上戲球，不能絕對的知道均一的進行運動。羅倫徹欲救此窮，唱羅倫徹收縮。在愛氏則先假定光的速度和觀測者運動速度無關，因此在電學上使特殊相對原理存立，因光之運動分出空間，時間，對各觀測者都成相對的，無論在何觀測者，都不爲絕對，只有光的速度爲絕對，由此結果從數理研究導出時間的相對性，空間的相對性，質量的相對性，和速度加法諸定理。當時以爲奇異而論議的人很多。但是邁克爾遜莫勒實驗以外，復星光的速度，B線的實測都成實證特殊相對原理因此成一定說。因爲從先的進行分出空間時間是自由，所以生出閔可夫斯奇的空間時間融合的四次元說。於空間的上下左右前後三次元之外，加一時間先後的元。空間的上下左右由其位置可以轉倒，時間的先後也是一樣，不是絕對，由這些關係，成了四次元幾何學的一章。

普遍相對性的認識論的基礎，在議論科學原理的人看去是很舊的問題。但是他們這些認識論者只把奈端力學的用語改過了一點，把意義使明確一點，說力學不是絕對唯一以外，寸步未進。在方法論的研究上也是不得已。到愛氏纔把他完全解決，從認識論者說，固然不是唯一解決。然而得了奈端以來未嘗試過的一大轉機，大家都歡迎他的成功，也是當然。

如上所述，可以知愛氏怎樣自特殊相對性原理擴到普遍相對性，第一在解放奈端所留下的運動變化的絕對性，因爲有這絕對性，所以於遠心力重力要分爲力和性質的。說遠心力是運動所生的力，重力是自然力，雖曾有人廢去這區別，說自然力也起因於運動，導入中間物的匿動。但是既脫不了將絕對性賦與運動變化，他們所能到達的地步，終不能如愛氏。他底等價假說超越從來說明重力所用一切機構，廢去重力遠心的區別，以兩者爲相等。（愛氏以重力和電磁力區別）這個假說和普遍相對性原理，（卽一切運動不能絕對認識）和通於惰性律，最近軌道律，最小作用律的光速度原則，和用了理曼幾何學的閔可夫斯奇四次元說的擴張，拿來做成經驗，編出了一大理論。

許多人或且問這理論的影響如何。在物理學上，是方法論的一大進步。這個理論包括了從前理論所說明的一切，並且說明了一些從前不能說明的事實。至於和物質構造要如何連結，是將來的一個問題，在哲學上有相對性的影響。認識的相對性是很長遠的問題，愛氏的原理不過是說法則的絕對性，（卽和觀測者無干的意思）這相對性說是普遍性，亦不一定須合形上學的絕對。從物理學的幾何學化，惹起了關於經驗和理論的舊問題，這樣的大影響的觸到根本問題的，愛氏原理，物理學上一大原則的能律是同

爲大原則，從他的機構廣大看，哥白尼立脚於天動說，奈端立脚於地動說，他是包含了兩者的相對原理，愛氏可以說是和亞里士多德，奈端有同等位置。

普遍相對性原理和觀測事實的比較

日本石原純博士原著　行餘譯

和愛因斯坦的理論最相符合的事實，首推太陽系的惑星運動。向來太陽系內諸天體的運動，可由牛頓的萬有引力定律精密地計算出來。海王星的發見，更可以證明此定律的正確。但因觀測日進精密，逐漸發見和理論不能一致之點。月的運動，便是不合規則之一。然而月和地球最近所受如形體的影響等原因異常複雜，或且因此生出不規則的結果，亦在意料之內。但是還有一事，卽水星近日點的移動，最難解釋。據牛頓的定律，僅有一惑星迴轉於太陽的周圍時，應當以太陽爲焦點，循一定的橢圓以爲軌道。但實際上受其他惑星的引力，軌道生了變動，而且太陽自身的固有運動也有影響。那麼將此等副影響除去之後，當沒有可使橢圓軌道移動的原因了。然而實測的結果，還有這種的移動。我們可就最近於太陽之點，卽近日點，觀測一定期間之內到底移動多少。實際就近於太陽的惑星測之，一切近日點皆在軌道的平面上，惑星運動的方向，更進或種的角度。固然因爲觀測上的誤差，近日點不免生多少移動，然而水星最爲顯著，每百年約移動四十三秒的角度。就絕對的值看來，雖似無多，但和天體觀測上可生誤差之範圍比較，則大至數倍，不能說沒有其他相當的原因存在。對此原因，前經試過種種的說明：有的以爲引力的定律，不恰和距離的自乘爲反比例，稍爲有點相異，由這個假定得和距離之 2.0000016 乘爲反比例的解決。有的以爲還有未知的惑星在比水星較近於太陽之處，恐怕是受他的影響。然而引力的定律，由人爲的任意變更一層，和勢(Potential)論的關係，不免發生困難。至說有新惑星存在，又不能由觀測上得其確證，所以都不能充分承認。此外有人以爲有一種抵抗物質，好似能起黃道光那樣的物質充滿於空間，所以受他的影響。然而這個說明果能滿足觀測的結果麼？仍不可得而知。純粹由理論的根據而說明的，當推格勃(Gerber)氏，他於一八九八年

所發表的論文中假定「萬有引有勢」傳播於空間的速度是有限的，通用和電勢類似的定律而導出近日點的移動計算果和水星觀測的結果一致時引力傳播的速度應有多少他所得的數值恰和光的速度相等。此層大有興味牛頓的定律其始以爲僅能適用於物體靜止之時至此纔承認他可以擴充於運動的物體。但由相對性原理而論引力傳達的速度和光速相等一節固然可以滿足，然此外的種種關係在閔可夫斯奇四次元世界之中沒有共變的意義，到底不能和相對性原理調和。在格勃時代無論那個人的腦中都沒有這種觀念格勃氏能得到如此理論的解決實在可以稱許；而他對於近日點移動所得之式和二十年後愛因斯坦所得之式，寸毫不差尤爲難能可貴的事。

據愛因斯坦的理論若把太陽看作靜止的球體，則他的周圍，應生對稱的而且不因時間而變化的電力場。沒有物質的所在，四次元世界的曲率，雖變爲零但因爲球體存在應生變形所以那時候的三次元空間，卽太陽周圍的實在空間，呈一種的曲率。這個空間，是甚麼樣子，可由理論的誘導其性質頗見複雜。若有一顆惑星在其內運動便是於四次元世界之內沿着表示最短距離的一條世界線而進行；和他相當的太陽周圍的軌道，已非一定的橢圓，而有近日點的移動。據計算的結果若命橢圓的長軸之半爲X扁平率爲E；軌道的週期爲T；光速度爲C；那麼軌道一週期內近日點迴轉於同一方向的角度，等於$\frac{24\pi a^2}{c^2T^2(1-\epsilon^2)}$用我們所謂時間的測度把他改作百年間移動的分量時，就近於太陽的四惑星和觀測上的數值比較結果如下：

惑星	水星	金星	地球	火星
每百年近日點移動角度(秒)	+42,9	+8,6	+3,8	+1,35
首項角度及軌道扁平率之相乘積	+8,82	+0,05	+0,07	+0,13
同上觀測值	+8,24	−0,06	+0,07	+0,64
差	−0,58	−0,11	0,00	+0,51

由此等數字，可以見得愛因斯坦的理論，能够說明向來所不能說明之處，到如何地方。

用和惑星運動相同的方法，能够尋出光線通過太陽近傍的徑路；但在此時惟因有時間全等於零的一條件和前不同。我們假定光由無限遠方而來，所以將近於太陽的時候，因爲空間曲率而受

彎曲，恰和為引力所引相同。若命太陽的質量為M；萬有引力常數為光線當最近於太陽中心時自中心的距離為R；則由全體看來，光線屈曲的角度當為 $\frac{4\gamma M}{c^2R}$，如果假定光線通過於太陽的表面，則此值應為 1,75 秒。太陽以外近於我們的星，其質量比較甚小，所以他的角度亦小，譬如在木星僅為 0,017 秒；所以欲將這個現象由事實證明除卻太陽之外恐怕無望。但是若就太陽觀測，當於日蝕的時候，撮通過太陽近傍的既知恆星的影，檢查他的位置和通常不受彎曲時的位置比較，而觀察若何變化纔可。愛因斯坦的理論發表之後，佛呂因杜里喜(Frenndrich)曾調查向來日蝕的照片，探求材料，然而不甚明白。又美國立克天文臺於一九一八年日蝕皆隱時，遣隊觀測，也沒有得充分的結果。到一九一九年英國皇立天文學會決定派出觀測隊以測五月二十九日的日蝕；因為這次日蝕自巴西的北部超過太平洋直至菲州大陸的西海岸都是皆隱蝕，所以分作兩隊出發，一隊向巴西北部蘇普拉爾，一隊向菲州幾尼亞灣內的普林西普島而去。觀測的結果由星發出的光線經過太陽面時彎曲的角度平均值各為 1,98 秒和 1,61 秒。而愛因斯坦由理論所得之值則為 1,74 秒恰在其間，便是表示和這觀測沒有矛盾的證據。

觀測的結果，於此年十一月六日在倫敦皇立學會席上發表，於是愛因斯坦的理論，忽然喧傳於世上，使不知有相對性原理的人們吃了一驚，眼光俱射於此上面。然而對於這個日蝕觀測的結果，還有許多學者提出疑義。有的說日蝕的時候，太陽光線不到的地方，空氣的溫度冷些，或且因此生了變化。有的說因為太陽周圍的雰圍氣使光屈折，所以生這個結果也未可知。關於這種懷疑，雖曾發過相當精細的議論，據我看來，這些非難都不足以否定愛因斯坦的理論。何以故呢，空氣溫度的變化，在那個程度而且由時間的移動，不能生那樣的觀測結果。至於太陽雰圍氣要生那樣影響，非有許多的氣體物質不可，非比通過太陽近傍的彗星向來想像所受的抵抗更大得多不可。

以上兩個事實之外，還有一事可以表示愛因斯坦的理論得有實驗的證明，即由太陽發出的光的景線(即分光線)比由地球上發出的有些移動一節。太陽面上和地球面上重力場的強弱不同，所以物體運動的固有時間，應當準此而不同。如果光的振動，是由原子內電子的一定運動而起，而且振動週期各和由一定重力場所定的固有時間相當，那麼在太陽面和地球面時不能沒有差異。其結果太陽面上的重力場大些，所以時間也大些，景線移動於赤色的方向。移動的分量隨光色多少不同，在眼所能見之光的景的中央部(青色)約為 0,008Å 左右(。A單位即一粍之一千萬

分之一）這個現象實際上曾經表現麽是一個極有興味的問題，許多的人都來研究但不幸光的景線移動原因甚多又景線本來不是單純的一條細線多是許多的線由或種一定的構造而成。所以務必選擇構造簡單的和壓力的影響最少的而後可用；已經免不了種種困難而且即使實際上測得移動可是到底是否重力的效果，或者屬於他的原因還難判斷。所以這個問題的解決到了今日還屬曖昧。許多人於太陽景中就認作屬於氣的帶的許多線而測，其初由須瓦齊特 (Schwarzschild)（一九一四年）瓦弗些特 (Evershed) 諸氏的結果幾和愛因斯坦的理論一致；其後一九一七年，聖約翰 (St.John) 所得的結果則不相同；最近（一九二〇年）格勃 (Grebe) 巴亨 (Bachem) 白洛特 (Perot) 諸氏所測的，雖稍小些，然可視為較近於理論的效果。要之關於此事實際的材料雖不能不說還不充分，可是用太陽景那樣複雜的光源，恐怕不易明白。

不特如此，關於這個現象理論上還有疑點，在太陽面和在地球面上，光的振動週期，雖隨場所的固有時間而不同，但和他相當的振動數，到底能否照樣傳到或觀測者麽還是一個問題。這事無論在通常是不可能的，在特別的觀測者看來振動數的不變雖然可以成立，然而我們可以隨意想像觀測的地點不能如是。還有一層，實際原子的構造，到底是否比例於固有時間而得振動週期也是？一個問題。我們即使承認原子的振動，可用以為表示固有時的時計，然而這可認為起初觀測的結果，縱使景線移動的效果不照預料那樣表現，也不過影響於原子構造論，似不致及於相對性原理的根據。

由萬有引力論的經驗的事實，有判斷之可能的，不只以上三事。此等皆關於靜止的太陽重力場而言，萬有引力論雖極普通，然亦不過就非常特種的得了確證而已。這是愛因斯坦對於萬有引力論還剩下許多未確定的要素的緣故。如果我們將來於實驗室之內能夠起極強的運動物體的重力場，那時候恐怕還有許多問題，湧出來待我們的判定，那時候纔能夠決定理論的眞正勝利。

愛因斯坦小傳

惟志

自從相對性理論發表以後，世人都知道有愛因斯坦這個人了。德國人說他是德國人，英國人說他是瑞士籍的猶太人。若使愛因斯坦不曾發見相對性理論，那麽英德人說他必定就要反過面來：這幾句話，愛因斯坦自己常常在他的著作末了附帶記着。我們從

此可以想見愛因斯坦在沒有發明相對性理論以前，所處的境地是怎樣的苦惱，怎樣的受人欺侮，因爲他是猶太人的緣故。

愛爾倍德愛因斯坦(Albert Einstein)在距今四十三年前三月十四日生於德國的惠爾姆市。父母俱是猶太人。父親是個「守分安命」的人，沒有什麼事實可紀。愛因斯坦生來並不聰明，幼時學話，呼呼啞啞的，老是說不清楚。長大以後，人家問他，他總期期的不能對答。假如從這些地方去論證愛因斯坦，決沒有人肯相信他有異常的天才的。

但愛因斯坦天性却很沈靜，幼小便愛慕眞理和正義；他的朋友曾經替他取下一個綽號，叫做「戇直的農夫」。意思是說他「古板」。這愛慕眞理的特性，就是使他完成偉大研究的唯一要素了。

他又喜歡音樂，并且信仰宗教；他曾自撰一首頌神之歌，常常背着父母，私自虔誠地唱着。本來宗教和科學，是兩不相容的，愛因斯坦既經信仰宗教，又何以還肯研究科學呢？這因爲愛因斯坦的信仰宗教，和別人不同：他看待教義的聖經，正如格里落所說『聖書決不是科學的紀錄』，只把他作爲自己道德的規範罷了。

愛因斯坦出生以後，沒多時，他家便由惠爾姆移住門占。他便在那裏的小學校入學。猶太人的小孩，是到處要受人家欺侮的，自然他也免不了要吃許多的虧。但是這種情形，倒也有一點好處，就是他的優美的氣質，因此格外堅固了，他的孤僻的個性，更加強烈了。

小學校畢業成績，僅僅列在中等；教師們都說他不過是一個馴良的學生，並沒有特別的才能，而且語學上的記憶力，更來得缺乏。這却有一個緣故，因爲在死板板的軍隊式的嚴格的教育方式下面，特殊的天才是不容易發育的。

以後他進門占中學校了。在這裏，自然也和在小學校的情形一樣，憑你怎樣用功，也只求得一些普通科學。對於他自己所愛學的科學，教師們那裏肯特地提出來見教，所以他仍然覺得失望。

然則愛因斯坦所保有的天才，到底在那一種科學上面呢？不消說就是數學和物理了。愛因斯坦在六歲時，他的父親曾把一枚指南針給他游玩。當時他看了這磁針，不論如何轉動，總是指着南北，心中十分奇異，把玩着不肯釋手。這正是他天才的發露，不過在那時不知研究，只覺得這個東西很合他的脾胃罷了。

他沒有學到算術和方程式用法以前，對於平常的數學問題，早已能够心算解答不誤。後來在小學校開始學習數學，他的天才，就像花兒的含苞欲放，心中樂不可支，只是教師們不會注意及此。幸虧他有一個伯父名喚耶谷浦的，也住在門占做機械師。一天愛因斯坦去訪伯父，他說從友人處聽到算學上有一個「代數」的名目，要請伯父解說。耶谷浦答道：『代數是一種計算方法，譬如某數未

知，便用X來代然後寫下X和別個數字的關係，從此可以斷定X的數值。」只這幾句話愛因斯坦便十分領悟。於是他就借了一本有代數問題的書本自去研究沒有多時，竟把代數學會。但那時他還不過是一個小學校的學生。

又一天他的伯父替他講述披太哥拉斯定理。却沒有給他證明。愛因斯坦思索了一會曉得這定理一定根據某種理由。他又自去練習用着全副思考力去解釋這個定理。後來終於求出三角形的相似性——自直角三角形的頂點向對邊作垂直線，所成兩個直角三角形和元形相似。既而又考得他的面積之比，等於其邊長自乘之比。這本來是極普通的定理，可是愛因斯坦那時因爲是由自己發現，所以喜歡得不可名狀。

此後除在幾何學上用工夫以外，同時也讀些通俗科學書。曉得了許多物理學上天文學上化學上的名詞。他自己覺得越學越有趣味；越有趣味就越加用心去學。於是沒有多時幾何學不必說已學會了，解析幾何微分積分也按着秩序學去。若問那時他的同級的學生在學什麼說也好笑，還在考究比例循環小數呢。

他這樣的躐等學去起初還瞞着先生，但後來也不瞞了。數學教師評論他說：「不料這十五歲的兒童數學知識竟已達到大學的程度，真也難得！

一八九四年愛因斯坦跟隨父母從門占移到意大利米蘭居住。他離去門占非特毫無繫戀，反而覺得從此可以脫却強制束縛的學校，正是他第一件樂事。果然意大利名不虛傳風俗既優美藝術又著名所見所聞都是自然和人類所調合而成的美。這時愛因斯坦的精神，真是愉快異常，處處覺得無拘無束，逍遙自在。

到過意大利之後，他又出外旅行曾經獨自往日內瓦跨越阿爾卑斯山。最後他仍然爲研究數學和理科起見，乃往瑞士想進秋立處的高等工業學校。不料這個目的未能成就。因爲入秋立處高等工業學校的主要條件，還是一種普通學課和愛因斯坦所最不喜歡的語學。愛因斯坦無奈只得到埃亞羅去先進康頓學校學得些不曾充足的課程，然後再來秋立處。

他在埃亞羅時，就着意於理科上的緊要問題。最初他研究運動的光學用那時的言語來講，就是光從運動體向以太中發射出去的情形。雖然他那時還沒有發見，但以十六歲的少年居然研究到這麼大的理科問題，以後一定有所發見也就可預料了。

他進秋立處高等學校入物理專科的教員養成部，因爲那時他只希望做一個學校校長罷了。他在這裏安心用功一直到二十一歲畢業。畢業以後他當然要尋覓教員位置了。可憐他是一個猶太人又沒有國籍，單是這一個原因已使這偉大天才到處不能見容，

休想做到中學校的教員而且他的交友很少沒人推許又是一個原因。因此他好久不得安身之所惹起生活上的壓迫。他的父親又自顧不暇也不能與以物質上的資助他沒法想只好在雪甫荷善和倍倫地方當一個助教所幸很有餘暇可以自己研究讀讀基爾西可甫黑姆霍志勃脫曼以及杜爾台的著作。到一九〇三年才和爾斯拉夫一個女學生結婚但數年以後卽行離婚現在的愛因斯但夫人乃是他的堂姊愛爾斯愛因斯坦。

愛因斯坦在瑞士住了五年才得了秋立虛的公民權。從此以後，他的前途就漸漸的順遂起了。最先由他的同學買開爾顧羅斯曼推薦他去做瑞士特許局的技手。恰巧這個局的局長也是他的友人，很信任他。一直到一九〇五年，愛因斯坦都在研究關於特許局的應用試驗但是同時他的理論物理學的考究，也有充分的餘暇。

他的著作是在一九〇五年開始發表，先在物理年鑑上登刊過光之發生及變化物體之慣性與其勢力含有量有關乎勃拉文之運動法則三篇。其次最重要的論文是運動物體之電力學。在這一篇特別相對論的革命思想已經包含在內。還有分子大小之新決定一篇也是理論物理學上的精髓。

自從運動物體之電力學一篇發表以後，有名的理論物理學大家麥克斯浦朗克便寫信來非常賞讚。除他以外別人也很多來信稱道。從此他的名望，便一天天的高大起來。倍倫大學起初不要他充助教的，這時却來聘請了。秋立虛大學校也來歡迎了。一九〇九年他便去做秋立虛理論物理學的助教。學生聽講的非常衆多。一九一一年便做柏拉格大學校的正教授。一九一二年秋季又回秋立虛，被聘爲母校高等工業學校的教授。恰好蒲朗克和其他崇仰愛因斯坦的人又都來招請結果在一九一四年去到柏林大學繼承有名帆得霍甫的講座。特請他在柏林郊外威海姆研究所教室內從事研究了。

他到柏林後的第二年，世界戰爭開始。德國大學教授聯名發表對外宣告之時他也署名。及德國帝制崩壞變爲共和他又熱心贊成。戰後德國國民排斥猶太民族的呼聲很高於是他就往荷蘭萊頓大學暫避其鋒，這大學卽是有名的羅倫徹曾經擔任教授的地方。他的特殊相對性理論發表於一九〇五年上面已經說過普通相對性理論則是發表於一九〇七年一九一一年更豫言光在重力場必須屈折。經過一九一五年和一九一九年兩次日蝕觀測，果然把他證實。從此更聳動世人耳目。狄弟湯姆說這是海王星發見以後的最大豫言。有名的因利拉樸蔭開雷在他做秋立虛教授時，曾有言表獎他說：『愛因斯坦是現在最有創作能力的人。他雖然年紀還輕，却早已佔有科學界最可尊敬的位置。他已整理了新概

念，準備發表出來。他所覓得的眞理，將來一定可以證明，聘請他做教授的大學，當然可以得到很大的榮譽。』現在愛因斯坦的豫言驗了，這因利拉褒獎愛因斯坦的豫言也驗了。今年諾貝爾的物理獎金已落在愛因斯坦的手中，這是何等的榮譽啊。

愛因斯坦著作目錄

記者

愛因斯坦的著作在商務印書館出版的愛因斯坦和相對性原理中已經有詳細的介紹，現在只把他已經出版的書籍，寫在下面，至於在各種雜誌上發表過的論文題目，共有一百數十篇，這裏不再述了。

I. Entwurf einer verallgemeinerten Relativitätstheorie und einer Theorie der Gravitation. I. Physikalischer Teil von Albert Einstein; II. Mathematischer Teil von Marcel Grossmann. (B. G. Teubner.)

此書係和顧羅斯曼共著的論文，要算今日的一般相對性原理底最初的著作，一九一三年出版，後來又編入雜誌裏。（論文題目67）

II. Die Grundlagen der allgemeinen Relativitätstheorie. (Joh. Ambr. Barth.)

此書敍述一般相對性原理，是將Annalen der Physik中的論文(79)重刊出來，作單行本發行的。初版一九一六年出版，現已重版數次。

III. H. A. Lorentz, A. Einstein, H. Minkowski: Das Relativitätsprinzip (B. G. Teubner.)

此書爲Fortschritte der mathematischen Wissenschaften叢書中的一種，是將羅倫徹，愛因斯坦，閔可夫斯奇等對於相對性原理的論文中最主要的幾篇，系統的選擇出來編輯成的。所以要算得是很重要的了。內有宗馬菲(Sommerfeld)底註釋和布爾門達爾(Blumenthal)底序文。一九一三年初版裏面，專載特殊相對性底論文，後來一般相對論發表之後，也就將幾篇重要的東西增補進去。

IV. Über die spezielle und die allgemeine Relativitätstheorie, gemeinverständlich. (Vieweg u. Sohn.)

這是Sammlung Vieweg叢書中的一本，比較算是略爲通俗

的了。一九一六年初版發行，現在已經翻版數十次了。R. W. Lawson 將他譯成英文，Mlle. J. Rouvière 譯作法文，桑木彧雄和池田芳郎譯成日文，一般的人都很愛讀的。

V. Materie des Fortschens.

這是一九一八年四月二十六日在德意志物理學會，舉行蒲朗克教授滿六十歲紀念的講演。將那時候的各種講演彙集成爲 Zu Max Plancks 60. Geburtstag (C. F. Müllersche Hofbuchhandlung) 一書，這篇論文，就登在裏面，是一九一八年發行的。

VI. Äther und Relativitäts-Theorie. (Julius Springer.)

這是愛因斯坦一九二〇年五月五日在荷蘭來頓大學的講演稿，後來出版的。

VII. Zum gegenwärtigen Stande des Problems der spezifischen Wärme.

這是 Die Theorie der Strahlung und der Quanten. Verhandlungen auf einer von E. Solvay einberufenen Zusammenkunft (30. Oktober bis 3. November 1911), mit einem Anhang über die Entwickelung der Quantentheorie vom Herbst 1911 bis zum Sommer 1913. (Wilhelm Knapp.)

裏面的一篇論文，一九一四年發行的。

VIII. Theorelische Atomistik.

這是 Die Kultur der Gegenwart 3(3), 1 物理學中的一部分，一九一四年發行的。

IX. Geometrie und Erfahrung (Julius Springer.)

這是一九二一年柏林的大學紀念講演稿。是將論文集錄中116訂正增補而成的。

相對論原理（上卷） 相對簡論

新潮所趨，愛因斯坦相對論盛行於世；然其扼要鉤元，必須博考其理，以融會貫通之。中央觀象臺臺長高君曙青有見於此，爰採名著，參以研究所得，編成此書。分爲上下二卷：上卷爲相對簡論，下卷爲相對通論。近日吾國服膺愛氏者不乏其人，得此益足以資參考。上卷現已出版，定價二元，總發行所北京泡子河中國天文學會。

物理學上的新貢獻

最近物理學概觀

▲洋裝一册　一元二角

鄭貞文編譯

用簡明的敍述，和新穎的思想，介紹物理學的最新進步，在我國出版界上，可推爲空前的善本。

時、空、質、能、四者爲構成物理學的要素；此書卽本着這四點立論，幷網羅最新之相對論，放射論，量子論等；由舊而新，由淺而深，由近而遠，既易理解，更饒興趣。

物理學是自然科學和哲學的基礎，此書不但可采爲學校教本，凡欲爲文化的全人，都不可不讀。

商務印書館發行



洛桑會議紀事

近東和會於十一月二十日在瑞士洛桑之加雪諾會場開幕，凡近東問題之糾紛，胥將於此會議中解決之，其關係時局之重大，不待贅述。開幕時瑞士總統致歡迎詞，希望希土戰爭為世界慘劇之最後一齣；英代表寇仁，土代表伊斯梅等亦均有演說。此後即討論組織手續問題，議定主席由英法意代表挨次擔任。次日會議英代表寇仁即被舉為會場主席。美國旁觀員季爾德說明美國代表之地位，在全體會議時，美代表可出席，可發言；惟不投票，不擔任職務，不主席，亦不署名於任何協定及報告書。美代表所可有助於會議，惟言論而已。是日決定組織三委員會：第一委員會辦理土地，軍事，海峽及少數民族保護問題，以英代表寇仁為委員長；第二委員會辦理治外法權問題，以意代表迦羅尼為委員長；第三委員會辦理財政經濟問題及口岸鐵路衛生等事項，以法代表巴萊爾為委員長。會議之組織法既定，乃逐日依次討論。至於法總理樸蔭開雷及意總理慕沙里尼因開預會來洛桑者，於開幕後一日，自行回國，辦理倫敦賠償問題會議去矣。


駐君士坦丁堡協約軍總司令哈林頓將軍

茲將十二月十五日前洛桑和會所討論事項之經過略述於下。

在此時期內，和會所討論者，多爲第一委員會範圍內之事務。如土國在歐洲之疆界，及海峽問題之解決，與少數民族之保護是也。第二委員會之治外法權問題，及第三委員會之財政經濟問題，雖亦開會討論，惟尚在辯論時期。大略述說，即土國要求撤廢治外法權，協約國未加允許；土國要求希臘賠償損失，而希臘亦要求佔領經費以相對消；土國欲將公債使已與土國分離之各國，共同擔負之要求，協約國亦正在討議，均未有結果也。

至第一委員會之議事，則其經過之情形與所得之結果，已可得而述。先爲土國在歐洲之疆界問題。開會後二日委員會集議，伊斯梅要求恢復一九一三年之疆界，並在西答臘斯舉行公民大會，其用意無非欲使西答臘斯亦歸土有。然希臘代表威內瑞祿則謂希臘僅可承認一九一五年之疆界，不贊成公民大會。而南斯拉夫與羅馬尼亞兩國主張沿瑪里柴河勘定界線，在河之二岸劃出撤除軍備區域。保加利亞則建議以西答臘斯爲自治國，蓋此爲保國可獲通至愛琴海出路之最善辦法也。然協約國即時聲明不贊成西答臘斯開公民大會與建設自治國之議，而於次日二十三日派定股員會審查在東答臘斯邊界設立



平和的天使在回教寺院的尖塔上鉤住了

撤除軍備區域之建議，並研究第台加區 (Dedeagach) 鐵路與船港將來之管理事，以期使保國獲一通愛琴海之出路。二十五日股員會具有報告，建議在瑪里柴河兩岸設立撤除軍備區域三十哩，並組織國際委員會建造及監視第台加區附近之自由港。經委員會討論後，即以此決議焉。

其次議愛琴海島嶼問題。二十六日委員會組織股員會，研究希人自一九一二年所佔愛琴海某數島嶼宜撤除軍事設備之問題。二十八日股員會決議，南愛琴海島嶼一部分應解除軍備。三十日第一委員會於辯論長久之後，採納此項報告。惟土人尚保留完全解除軍備之主張。至北愛琴海四島問題則定與海峽問題一併討論。

此後即議少數民族問題，即擬使希土人民互換，以數約六十萬土人之信仰希臘教者送交希臘，及三十六萬希臘人之信奉回教者送交土國一事。經第一委員會在十二月一日討論，決定派一股員會包括希土在內，儘速草擬互換人民與戰俘之辦法。土代表主張希人之在土境者，如數遣回，而英美代表則謂君士坦丁堡之四十七萬土人皆被迫出境，則必致發生經濟上重大損失。推英美代表之意，蓋不贊成君士坦丁堡之希人受土人驅逐也。其後第一委員會因海峽問題吃緊，將此事暫擱不提，直至十二日又開會討論。寇仁又有提議，保護土境基督教徒，及西答臘斯境內回教徒之計畫，謂土希兩國應布告大赦，凡因過去九年間之事而獲罪者，一律赦免，並在君士坦丁堡設立一永遠機關，以監視此保障之實施。此種機關最好由國際聯盟設立之云云。土代表對於此建議及互換人民問題，一併於次日答覆，謂



主：“誰打破的？”僕：“太太，是我打破的。”

土國準備許二十萬希人仍住君士坦丁堡，而依照互換辦法應離希境之土人則應充分賠償其產業上之損失。至於亞美尼亞人則願仍容其居住土境，但不願劃出一地為其聚族而居之國家。土國亦不允在君士坦丁堡設立國際委員會以監督土國實施其對於少數民族之義務云。寇仁對此大不滿意，希代表亦力陳由國際聯盟管理少數民族之必要，並述過去六年中土境內基督教徒備受虐待之情事。當時形勢頗覺緊張。然經美國代表從中斡旋，土國始不十分堅持其主張，則寇仁之提議或可為土國所接受矣。

第一委員會議事內最緊要者自為海峽問題。此問題因俄代表姬采林於十二月二日始到，故延至四日開議。開會時俄國保加利亞羅馬尼亞三國均有提案。俄國主張（一）屏絕黑海軍艦（二）將海峽保護權交與土國。此案土代表當然贊成之，而協約國則大不謂然。六日復議，乃由寇仁建議（一）設立國際公有區域（二）以法英意日美俄土羅保希十代表組織國際委員會，以管轄海峽。土代表永為其委員長。其他辦事細則及國際聯盟代表應否加入委員會，則俟將來考慮。寇仁提議時演說如下：

『俄國欲以黑海為俄國之一湖，並以土國為海峽之看護人。協約國則建議商船有完全行駛自由，在平時固如是，在土國守中立之戰時亦然。若土國為交戰國，則中立國船隻仍有完全自由，而土國有搜查之權。軍艦平時可自由經過海峽，惟艦數與噸數有某種限制。戰時如土國守中立，軍艦仍有附以若干限制之同樣自由。如土國為交戰國，則中立國軍艦仍可在同樣限制之下自由穿行海峽。至於船舶在普斯破羅斯海峽與黑海停留時間之久暫，亦有若干限制』云。寇仁之議乃協約國預以非正式談話所討論而得之結果也。



又是一個爆裂彈

寇仁提議後，俄土三國意見各異。土代表認此爲可以繼續討論之基礎。俄代表姬采林則稱如俄國所提不許軍艦穿過海峽之要求不蒙接受，則不願署名於任何協定。

八日會議，土國答覆協約國建議大致承認，惟要求有海峽設防之權，以爲不如此無以保衛君士坦丁堡。謂普斯破羅斯海峽不設軍備，土國不便贊同。俄代表亦答覆寇仁之議論，仍主張不許軍艦穿行海峽。其他羅保希塞四國代表則均聲明願接受協約國海峽自由之提案。於是寇仁起謂協約國提案可視爲對於海峽襲擊之充分擔保，但渠願建議其他政治性質之國際擔保可由協約國與土國法學家會商之，至於普斯破羅斯海峽之無軍事區域仍應保存，惟關於君士坦丁堡則不妨略予變通，其他小爭議均有友好解決之可能性也。準此以觀，則海峽問題，除俄國外，協約國與土國及各小國間似有解決之氣象矣。(T)



人類好戰的心理

希臘慘殺大臣事件

希臘新政府於最近審判小亞細亞戰敗之負責者數人，均科以極刑。前首相及閣員將軍等六人皆遭鎗斃。以行政大員而處死刑爲近時國際政治界所希有，因此消息傳出後，頗引起全世界之注目。英政府甚至與希臘宣布絕交，洛桑近東會議亦有拒絕希臘代表出席之提議，可見其影響之重大矣。

自十月二十七日希臘革命成功以後，表面上雖由克羅愷達斯(Krokidas)氏組織內閣，而政治實權則操於革命委員會之手中。所謂革命委員會乃少數軍人之組織，其舉動頗爲暴烈。故革命後

之希臘雖仍有內閣，有君主，實則無異處狄克推多制之下。革命委員會秉政後第一事即在追究斯密那戰敗之負責人，將前內閣首相高那列斯（Gounaris）前任首相史德拉都斯（Stratos）前內閣財政大臣柏羅托巴巴達克斯（Protopapadakis）前內閣陸軍大臣戴阿多克斯（Theotokis）前內閣外交大臣白爾泰齊（Baltazzi）海特建納斯蒂斯將軍（General Hadjianestis）高達斯海軍大將（Admiral Goudas）及斯德拉蒂戈斯將軍（General Stratigos）等逮捕下獄。組織特別軍法會議詳加鞫審。國軍戰敗後治當事者以誤國之罪，其事本不常有。又況被捕者不僅為前敵將帥，行政閣員亦牽入其中。因此外交界頗有嘖言。英意政府本不慊希臘新政府（新政府係親法的），故對於此舉更認為暴烈無道。英國駐希公使先期曾照會希政府，謂希政府審判畔國犯結果，如將前首相等處置死刑，則英國將與希臘絕交。然經此嚴厲之抗議後，此四五大員之生命仍不能保全，則亦可見新政府之強項矣。



德國新國務總理古諾

軍法會議於十一月間開始審判，多數主張處置死刑。克羅愷達斯內閣因受外交界詰責，反對軍法會議之舉動，最後乃向革命委員會提出辭職。十一月二十五日內閣辭職，二十七日革命委員會首領巴拿達斯組織新內閣。一方面軍法會議於二十六日將叛國犯判決，將前首相高那列斯，史德拉斯，閣員柏羅托巴巴達克斯，戴阿多克斯，白爾泰齊及海特建納斯蒂斯將軍等六名處死刑，海軍大將高達斯及斯德拉蒂戈斯將軍各處終身監禁；以上併各罰金自二十萬德拉許煤（Drachmae）至一百萬德拉許煤不等。此外又各褫奪勳章及官職門閥等。判決後前相高那列斯等即於五小時內執行槍斃，高氏尚患熱症未愈，亦不免於駢戮云。

判決之前一日，英國駐使竭力為前閣員等營救，然皆無效。迨死刑執行後，英使館正式通知希政府聲明英希兩國斷絕國交。英使林特萊（Lindley）翩即脫離雅典，赴洛桑向近東和會報告。意政府同時亦訓令駐使暫勿承認希臘新政府。惟法使則對於前相未

加援助，其政府亦無他種表示。協約國態度不一致，於此亦其一端也。

希臘新王竭力謀阻止前首相之處死，然終未果。及死刑執行後，王遂要求立時讓位而出國境，亦未得革命委員會之允許，故希王所處地位，實與被監禁無異。又安得羅親王 (Prince Andrew) 亦因在戰地違背大元帥命令，被逮捕鞫訊，最後判定剝奪勳爵，并驅逐出國。此外文武要員就訊者尚有多人焉。(W)

德國內閣之更迭

德國佛爾德內閣因去年十月間西里西亞問題之解決，不滿於輿論，大受攻擊，曾引咎辭職。卒以後繼無人，由大總統愛倍爾懇請繼續組閣，改組內閣係以多數社會黨及中央黨為主而成立，對於西里西亞問題絕端反對內閣意見之國民黨與民主黨，均不使入閣。以故內閣成立後，左右兩黨傾軋不已。今歲六月間賴鐵諾被刺，形勢更為險惡。加以馬克匯兌下落，幾至無值可言，因而賠款履行，殊感困難。然一方又與賠償委員會訂有豫算流動公債，及馬克安定策之協定。夫馬克安定，非得外國資本家之助力，及至少獲得五億金馬克之國際信用，決無實行之方法。然而協約國既未有協助之意，賠償委員會亦無何種之辦法，故佛爾德內閣全然陷於窮途末路。然佛爾德尚希展開局面，謀與人民黨提攜，改組內閣，使財界巨星如石丁納等加入內閣。此事大多數之德國民衆亦甚希冀之，不料社會黨員為急進派所挾制，於十四日決議拒絕與人民黨提攜組閣，因此佛爾德內閣不能支持，卒至辭職焉。



新德之危機

社會黨在二年來本極力支持佛爾德內閣，而此次倒內閣者竟為社會黨，此不可謂非奇事。至於社會黨之所以反對石丁納派，乃由於石丁納在經濟會議之演說而起。石丁納主張增加勞動而廢除八時間制，彼謂政府之財政策，實至愚劣。德國馬克匯兌之高價，僅國外持有馬克之外人得有利益。又謂『在余生時，必當反對外國勢力及資本之流入，且舉全力以使德國再為自由之國民。』故第

一要件在吾人更多勞動更多生產也。』由此演說社會黨與共產黨遂大呼『石丁納與樸蔭開雷爲德國共和國之大敵吾人決不與過當利得者驅使奴隷者之石丁納共事也。』

佛爾德內閣倒閉後漢堡之亞美利加輪船公司經理威廉古諾(William Cuno) 受大總統之命組織內閣古諾卽在佛爾德擬與人民黨提攜使實業界要人入閣時被擬定爲外交總長者其在政界之經歷不過曾爲財政部之一局長但自就任輪船公司之經理後，經營上之手腕則殊覺非凡。其才幹爲內外所公認性格亦極溫厚有紳士之風焉。

古諾出場時初因主要政黨不與協力，組閣上大感困難後由大總統與各派領袖會商妥協古諾氏亦從其勸願組織無黨派之內閣惟社會黨不予入閣內閣遂於二十一日成立舊閣員中有四人留任外交總長爲羅森堡 (Roxemberg) 司法總長漢慈 (Heinse) 鐵路總長爲戈納爾 (Goener) 勞工部長白浪(Braun) 氏。二十四日古諾卽在國會聲稱謂新政府切實決定實行佛氏內閣本月十三日致賠償委員會牒文中所載之辦法。德國除照繳兵燹區域所需者外，必須停付現貨與貨物之賠償，以三四年爲期且必須得五萬萬金馬克之借款，以整理財政德政府願盡力履行戰事失敗者之義務而對於兵燹區域尤當盡責但德國生死所繫之需要首須供給。古諾又言及來因倫謂政府決不拋棄其已被佔領之土地云。至二十六日又在國會宣稱不久將召集各聯邦總理會議以解決德國難題。卽此可以窺古諾施政之一斑聞現國會已通過信任政府案矣。(T)



德意志之新凱撒——資本家

俄土條約之條文

自安哥拉政府在小亞細亞方面戰勝，并取得君士坦丁堡政權後，近東形勢大變而去年三月間所訂之俄土條約向所視爲一紙廢紙，今則始引起吾人之注意焉。俄政府對於近東及君士坦丁堡始終不肯放手，與安哥拉政府關係本甚密切此次洛桑會議協約國已不能如前時之擯俄代表於議場之外，而土代表之所以有恃無恐亦以有俄土條約在故也。按所謂俄土條約依一九二一年三月十六日，俄國外交委員姬杲林與安哥拉政府

全權代表俞叔夫凱末爾倍 (Yussuf Kemal Bey) 里柴奴倍博士 (Dr. Riza Nur Bey) 亞利福特巴沙 (Ali Fuad Pasha) 在莫斯科共同簽訂，共十六條，茲譯錄其條文如下：——

第一條　締約國之任一方面均不得承認因用武力於別一締約國而造成之條約及國際行動。凡不經大國民議會所代表之土耳其國民黨政府承認之一切國際對土行動，俄羅斯勞農社會主義聯邦共和國政府永不承認之。

本約內所提及之土國疆界應以一九二〇年一月二十八日土耳其衆議院在君士坦丁堡所公布之土耳其國家條例 (National Turkish Pact) 內所規定者爲根據，此項條例曾經在報紙發表幷經通告於各大國。



帝國主義之致命傷

土耳其之東北界線如下：從黑海沿岸之賽伯村 (Village of Sarp) 起，循 Khedis山及 Shavshet 與 Kanni-Dag 之分水線。由是經過 Ardahan 與 Kars 兩縣之北部縣界及 Arpa Tchai 與 Arax 兩河之河床，而達於下部 Kara-Ssu 之出口焉。

第二條　土耳其允將巴東 (Batum) 城及其港口讓與喬治亞，其界線以北之屬地亦然；惟規定(一)屬地人民應令享有廣義的行政自治權，並尊重其宗教及文化權利，人民並有自行制定土地法之權利。(二)土耳其得自由使用巴東海港，運輸進出口商品免除關卡及一切捐稅。

第三條　兩締約國協定以拿克却凡區域爲自治地，處阿才倍疆保護之下，惟以阿才倍疆不將該保護地讓與他國時爲限。

……拿克却凡區域之疆界應由土耳其阿才倍疆與亞美尼亞三國委員共同劃定之。

第四條　兩締結國承認東方民族運動與俄國勞動者求建立新社會秩序之志願相同，故願正式保障此種民族之自由獨立及自由選定其所需政體之權利。

第五條　為保障海峽自由及保障各國商業的通行海峽自由起見，兩締約國互允信托各國代表所開之專門會議以草定對於黑海及海峽之國際條約，惟該會議之決定不得有妨土耳其及其首都君士坦丁堡之宗主權及安全。

第六條　兩締約國承認從前兩國所締條約，並不以兩國之相互利益為基礎，故決議將以前條約作為無效。俄羅斯勞農社會主義聯邦共和國更特別宣布凡根據土國與俄皇所訂條約而起之財政的及其他的義務，得完全免除之。

第七條　俄羅斯勞農社會主義聯邦共和國政府承認土耳其之投降條約(Capitulatory regime)，與國家自由發展及主權獨立相衝突，因此承認因此項條約引起之各種權利及行動均作為無效。

樸蔭凱雷式的游戲



把馬克的匯價跌下去

第八條　兩締約國互允在各締約國之領土內，不准與別一締約國政府反對之團體建設或滯留於其地。俄土兩國對於高加索之勞農共和國，應依據相互利益之原則，負有對等之義務。再本條內所規定之領土以現在處於大國民議會政府軍政及民政直接受理之下者為限。

第九條　為謀兩國相互交通之便利起見，兩締約國允採必要方法在極短時期內，維持及擴充兩國間之鐵路，電報及交通機關。

第十條　各締約國國民之住居其他締約國領土內者，應根據住居國家之法律享有一切之權利義務，惟對於國防之義務不在內。又關於兩國民之家族法，遺產法及司法權，亦不在本條規定之內。

第十一條　兩締約國允對於其他締約國國民之住居本國境內者，與以最惠國之待遇。惟本條不適用於與俄國聯盟之勞農共

和國國民，亦不適用於與土耳其聯盟之回教國民。

第十二條　凡人民所住居之土地在一九一八年以前爲俄羅斯之一部分，而根據本約已經俄羅斯勞農社會主義聯邦共和國承認處於土耳其統治下者，此人民應有離去土耳其之自由，且得將其財產家私或價值相當之金錢帶去。其住居於根據本約由土耳其讓與喬治亞之領土內之居民，亦享有同樣之權利。

第十三條　俄國擔任出資運送在俄國境內之土耳其戰時俘虜及罪犯至土耳其西北邊境。在高加索及歐俄，俄應於本約簽字後三個月內辦竣之；在亞俄者則得延長至六個月。其細則則俟本約簽字後另開會議訂之。

第十四條　兩締約國互允在最近之將來訂結領事條約，及其他規定兩國經濟財政問題之條約。

第十五條　俄國擔任取一切必要行動，使高加索三共和國，另與土耳其訂立專約，以承認本約內對於三國特殊規定之各條款。

第十六條　本約須經批准，批准文須在最短時期內在凱爾斯(Kars)換文。除第十三條外，本約自批准換文日起即作爲有效。

失業的退伍兵傷感



死的還有人記得，活的却早就忘掉了

瑞典禁酒複決投票

瑞典政府最近以禁酒法案，按照憲法，令全國人民舉行複決投票。結果反對禁酒者九十三萬一千四百二十三票，贊成禁酒者九十萬零九百零一票，禁酒案遂被否決焉。

瑞典自工黨握得政權後，久已步伍俄美之後，逐漸採行禁酒政策。禁酒黨勢力頗爲膨脹。按照現行法律，飲酒僅以成人爲限，凡在

成年以上者，每人可領Motboh（執照）一份，持照可購得定量之酒類計每人每月可領得酒料自一公升（即一斩）以至四公升，其多寡按年齡位置，及其習慣而定之無照者概不得飲酒。現在政府尚不以此爲滿足，擬更進一步，絕對禁絕全國之酒類。然此事與全國民幸福及經濟生活有關，按照憲法，須先由全國人民投票複決，再由國會立法行施。此項投票，凡男女公民年在二十三歲以上者，均享有投票權。如贊成由國會通過法案，禁止含有酒糧百分之二又四分之一以上之飲料之出售及釀造者，則於票上書「是」，如主張仍照現行法規繼續辦理不加更張者，則於票上書「否」。此種投票乃係顧問性質，至最後則仍須由國會投票決定。又投票結果不同意票與同意票相差僅三萬零五百二十二票，可見反對者雖多，而贊成禁酒者勢力亦殊非細小也。其中有數區域禁酒票佔極大多數，惟大都市如斯篤克痾姆及哥登堡（Gothenberg）等則大多數投反對票。斯篤克痾姆一區投贊成票二萬一千九百十，而反對票則有十三萬九千九百五十八云。當舉行投票以前，禁酒派及反對禁酒派各從已實行禁酒之美國、挪威及芬蘭招請講師至瑞典到處演講各該國實行禁酒後之利弊，兩派競爭頗爲劇烈，故此次投票實可謂爲民意之完全表現也。

複決投票雖遭失敗，而禁酒黨則仍未甘休。聞此後瑞典禁酒黨將改變方針，模倣美國辦法，集中於地方運動，不從全國立法入手，而從地方各自禁酒入手。禁酒黨之機關報數家皆已表示此種主張云。（W）

金錢狂的美國



華爾街的富翁會議打算把自由神像改鑄一座金的



微波（續）

夢雷

諸深跑到東興居草草的吃了些麵，就大步的走還家去。『她（阿細）就是住在我鄰家的婦人，她好像有丈夫還有孩子；可憐她，今天不能回去了。…………』他想。

明天早上，絲廠上工的時候，阿細已經被他們縛在廠門口的一根中柱上，許多看熱鬧的人，有的在指點而且說笑着。

可憐阿細，同將臨死刑的罪人一樣，閉着眼等她自己最後的結果；她有時微微張開眼睛來，看見她的同伴多一羣羣的進廠工作去了；有的女工，以前和她不對的，在她面前走過的時候，嬉笑而且恥辱她。她想，『我以後還有什麼臉見她們？！唉！……』她把自己的頭低下去，她好像跪在上帝面前的一只小羊，紛亂的頭髮，一團團的垂着。

『雖然是絛絲賊，而臉面長得還算好，……』兩個輕薄少年站在鐵欄旁看她而且說。

『天啊！……』阿細嘆氣而且說。伊想：『不如死，死了，靈魂安適而且無知了，雖是肉體受着恥辱；現在我淨潔的靈魂，也受了無上的恥辱了！』

人們多漸漸的散去，而阿細已經深深印進他們

看衆的腦中。一個悲哀的女子，低着頭縛在一根柱上，紛亂的頭髮，一團團垂在她臉旁，微開着眼，一顆顆熱而淨的淚珠，由她頰上拋下；而近於她身旁，有許多她的同類在看她。

『三天了！……一個被恥辱傷害的婦人，』諸深在他自己的住房裏走得很快，轉着說。他煩悶的心，鄭重的顫動，天是已經黑了，他就點着了一只茶碗大的煤油燈，很光亮的，從一粒火的體質上射出無數的光線來。

他是一個獨身者，在他房裏，只有他一個人的足印，或許他的房東吳老太在他房裏坐過罷；但也很難得的。在他房裏，有張小床，一只木箱和些凳桌；其餘也只有他一個人所必要用的東西，他從來沒有來過一個客人，所以就是茶杯也只有他自己用的一只。

他仍舊在房裏來回的走，很熱的天氣，人家多在街上乘涼，但他不覺得；禮拜堂的鐘打了九下了，他就吹滅了燈，睡上床去。

在他將近睡着的時候，他聽見鄰家夾牆的一間房裏，有一種極悲哀而且細輕的哭聲。

『好不要臉的賤人！你到回來了！唉！——氣死我了！……』一個重大的聲音，走進去，粗笨的說。

女子的哭聲音，於是更加悲痛而且沉悶。

『哭什麼？』男子坐在床上說：『賤骨頭，叫我還有什麼臉面去見人，吃飽了飯，閒了偷絲。——』

諸深聽到這裏，迅速的坐了起來聽。

『唉！——』女子答話了。『我並不是偷他的絲，不過拿一團沒用的亂絲。——』

『放屁！——』男子立起來說：『人家錯罰你？』接着一個很重的手掌打到臉皮上的聲音。『打你這不要臉的賤人！』

女子大聲的哭了。『我在外邊受人家的恥辱，你

非但不幫助我，並且還要打我，……』哭聲中帶的語氣。

『女子是阿細，男子或者就是她丈夫了，』諸深想。『但是……』

『還哭？——』男子說。『我打你這不要臉的！』

接着連連發生皮肉相擊的聲音，和求救的哭聲。人聲漸漸多了。『保兒，住手！』老婦人的語氣。『有話好說，動手做什麼？』

『我不要這種不要臉的婦人，賤骨頭！是個賊，我不要，這樣的妻。——非休她不可！』男子說。

女子還是在很悲苦的哭着。

『保兒，說話想想，不是容易事啊！』老婦人說。

『哥哥，』一個細小女子的聲音。『完了罷，俗話說得好：「大事化小，小事化無。」再說嫂子也不是有心偷人家的絲，不過拿一團無用的亂絲罷了；還是廠裏待人太凶。你想人家欺負你媳婦，你非但不想法子出氣；到還來把自己的媳婦出起氣來了。——』

『三妹，你管不了這事；我只知道有個賊媳婦在家裏，叫我怎樣出去見人，』男人說；『小二，去請你姥姥（舅婆）來。』

『小二，回來，不用聽你爸爸話，』三妹說。『哥哥，完了罷。——』

『小二，去！不去我打死你！』男子說。

『要說叫她（阿細）媽來管教管教，也是實在要的；小二去罷』老婦人說。

比較的靜寂了，只有阿細悲哀沉痛的哭聲。

『一個凶橫的男子！』諸深說。他來回的在走着，低着頭，摟起了衣袖，露出他粗大的臂，用力的握着拳，自己擊了一下自己的手掌。『一個男子拿自己的妻來出氣，哼！——』

半天，又喧鬧起來了。諸深蹲在牆角盡心的聽。

「親太太也不用生氣，保兒也就罷了，總是我女兒不成人，——」又一個婦人剛到的言語。

「媽，住了！」阿細說「其實不是我不成人，我並不是要偷他們的絲。——」

「住了！」保兒的怒聲。「還不認錯，這種不要臉的婦人，我不要岳媽；你就帶她走罷。——」

「住嘴，保兒。——」保兒的母親的口氣。

「住什麼嘴？我非休她不可！」保兒凶强的說。「這樣的一個偷絲婦女，我是不要；我家從來沒有出過賊。」

「好保兒，」阿細的母親說：「阿細來了已經六年，而且生了兩個孩子了；總算六年中沒有什麼錯處，這次坐算她不應該；也得看看孩子面上。——」

「什麼孩子不孩子！」保兒說。「反正休了她，有我來教養；無論如何說法，這種賊婦人我總歸不要。」

雙方默然了半天。

「無論怎樣，帶去的好，」保兒說。「再別麻煩了，我可要睡了。」

「照我說，還是親太太把阿細先帶回去管教管教，等幾天保兒氣平平，再把她接來，您說怎樣？」保兒的母親說。

「唉！沒法也只得這樣了，」阿細的母親說。「走！阿細，只爲你這個賤人，賊婦，害我！——」

有幾個婦人出去之後，漸漸的寂靜了，而諸深也就扒進被褥中去。

在東口一棵極大的槐樹，槐樹下有一個很廣闊的天棚；天棚下就是載哥開的露天茶館。工人們在放工後，多在這裏吃茶的；這是他們唯一的消閒和集會的地方；兩百錢一壺茶，或者再來幾枝煙，已經可以消他們許多煩悶的時候。

今天是星期日，所以露天的茶館工人，比別日更加來得多些；老于和小周，也在大樹根的一張茶桌

旁坐着。

這時差不離只有九點鐘光景，順着城根的一條土路上，笨重的煤車，一輛輛的慢慢地過去，拾煤的小孩，在車後遠遠的跟着等那煤車上落下的碎煤；每塊碎煤落地，就有許多小孩來搶。他們多只穿着條破褲，各人提着只放煤的破籃兒；間或有一兩個白髮的老婆婆，也在拾煤，並且和小孩們競爭着；在這時，有一輛煤車，載着很多的煤，被鬆鬆的泥沙埋住；一個趕煤車的煤夫，揚起他黑而粗的手來打那拉車的騾子；但是騾子怎樣的想努力的往前走，終究因爲車輪埋在泥裏太深，以至無效；煤夫他滿面煤灰的臉上，汗如注的流，他用力握着拳打騾腹；可憐的騾子，高高點着他的頭。想努力的走；但是仍舊只能搖動她自己的身子。

『兄弟們，勞駕了！幫點忙，』煤夫揚着鞭對茶棚叫。

立刻有三四個勇壯的工人，從露天茶館裏跑出救那煤車出險。

騾子努力的拉着車走動了，煤夫熱誠的道了聲勞駕。

『互相幫助，本來是應該的，有什麼勞駕。嚇嚇！』一個青年工人說。

『哥兒們熱心』煤夫說着揚長的去了。

三四個勇壯的工人，也就一同回茶館來。

『我說，（北京土人在言語之先每說「我說」二字作引）』一個工人模樣的人，揮着扇子開口和他同伴說。『昨天我們鄰家有個阿細，跳井死了。』

『阿細？』老于迅速的問。但他並不認得那揮扇的工人。『是不是那偷絲，——不，並不是偷那拿亂絲的阿細？』

揮扇的工人瞟了老于一眼道，『不錯，就是那偷絲的阿細，保兒的妻。』

『爲什麼?』揮扇工人的同伴問。

『真的麼?』又一個不相干的茶客問。

『我從頭至尾的講一遍你們聽。』揮扇工人燃着了一枝煙，吸了幾口接着說：『從領回娘家以前的事，大家多知道了，不用我廢話，只說阿細跟她媽回家時，一路就被她媽惡毒毒的駡。——你們大家想必多知道的，她父親王振是一個很寡情的人，她們到家後，王振就把阿細重重的打了一頓；說了些什麼家無再嫁之女啊，敗壞家聲啊，並且說從此以後不要阿細再來見他的面，還叫阿細自己從早去尋死。不知怎樣半夜，阿細心一小，真的去跳井死了；直到早上人家去吊水看見黑團團一堆，吊上來一看原來就是阿細。可憐！已經被水泡得像個油胡盧了！最奇怪的，她父親王振一聽見阿細跳井，頂到哈哈的笑了幾聲。——』

『真的麼?』一個旁聽人說。

『誰騙你來！』揮扇工人咬牙的答。

『真有這樣凶暴的父親！』老于站了起來。忿怒的擊了一下桌子，茶壺多倒了，茶水流了一桌。

『好漢，息怒！』館主戴哥提起了茶壺，用嘲笑的口氣。

『後來怎樣，』一個旁聽者問。

『後來麼?聽！』揮扇工人接着講：『起先，保兒不是要休她（阿細）麼?後來保兒聽見說阿細跳井死了，到又問王振要起人來了。』

『保兒真是一個壞透了的壞骨頭！』一個說。

『誰說不是！』揮扇工人說。『王振就說阿細已是保兒的休妻了，死不死和保兒沒有關係；保兒就問王振要休書，王振沒有現在要在打官司呢。』

『保兒真是個渾蛋！』老于說。

『誰說不是！』揮扇工人說。『他一天到晚一些事也不做，在外邊荒唐着；他自己又不賺錢，他用的

錢，那兒來的，多是問他媳婦阿細要。非但，就是養家活口，多是由阿細負載；等到阿細稍爲有點錯，他到要休起來了。——』

『你以爲他誠心要休她麼？』老于迅速自信的說。『並不是，他不過示威罷了。』

『但是，阿細不好！』一個中年的吃茶人說。

『爲什麼？』老于注目他問。

『一個賊婦，』中年人說，『吃了人家飯，非但不知恩，到偷起人家來了。』

『你聽他的口氣，到是廠主的走狗，』老于拍了小周一下說。『被資本家征服的人！……』

『什麼叫資本家？』中年人說。他以爲「資本家」三字是罵人用的。『你才是資本家的人呢！』——我到問你，阿細是你的誰？你這樣護她。——總之，一個賊婦，不知三從四德，他犯了七出之一，當然要被休。保兒休他，是應該的。』

『就是偷了絲，也是被困難的生活主使的；非但是一團亂絲。並且工廠有沒有罪罰工人的權力？——』老于站了起來忿怒的說。『你說保兒休她是應該的，但是，我問你，爲什麼保兒休她是應該的？』

『我剛才說過了。』中年人拉長了嗓音說。『因爲她不知三從四德，犯了七出的毛病。』

『保兒靠着她生活，並且這樣荒唐，難道是正當的？並且阿細並不是偷廠裏的絲。』老于質問他。

『我聽你的口氣，到有些像我在報上看見過的叫做什麼「過激派」。』

『我並不是過激派，並且我不信仰過激派；我信仰我自己，我信仰公理，我信仰我自己所信仰的；隨便什麼，不能侵犯我自己和我所信仰的；你要知道，過激思想也不能侵犯我自己的思想；人們思想的過激，並不是宣傳過激思想的成功，是人們自己思想的發展時代的變遷；卽使我的思想類於過激，我

也不能信仰過激；我只能信仰我自己。譬如我信仰上帝，我並不信仰基督教；我信仰我所信仰的上帝，不是基督教的上帝。——』老于讀書般而且自信的說。

『什麽鷄督鴨督，我不懂。』中年人說。『總之，阿細是個賊婦賤人。——』

『住嘴』諸深站在樹旁高聲而且莊嚴的對中年人說。『一個人毀棄一個可憐而且已死的婦人，是何等的罪惡！』

『是你的誰？』中年人站了起來說：『是你家的婦人？並且我們鬬嘴，沒有你的分，要你來多嘴。』中年人火冲冲走近了諸深一步，提高了嗓聲說。

諸深不覺得似的道：『無論她與我有什麽關係沒有，總之你不應該說這種沒理的話。』

『天下人管天下事。』老于說。

『我說話你管得着麽？』中年人看諸深沒用的樣子，更逼近了一步說。

『我管得着！』諸深說。他濃厚的眉頭，縐了縐。『你不應——』

『什麽？』中年人又逼近一步，揚手說。『你管得着，我打你！』一手對諸深臉上打來。

『嚇嚇！』諸深冷笑一聲，手一抬，已經把中年人打倒在地上了。

『打得好！』羣衆歡呼的說。

『有能力的，在這裏等我。』中年人扒起來就走。

『朋友們，再見。』諸深不理會他，獨自走得很快去了。

『哈哈！勝三（中年人）輸了，』喜哥從街頭轉到茶棚下。

『喜哥來了！——』有許多人說。

『是的，』喜哥走到茶棚的櫃上，拿了一塊糖就吃。『先吃一塊喜菓。』

『走！——』老于拉了拉小周說。

『我以爲你今天一定要和勝三打起來，那知道和諸深比了比看他瘦鷄似的氣力到不小。』小周伸了個懶腰，站了起來說。『是個好朋友！但是未勉有些奇怪。』

『要聽見他說話是很難得的。』老于說。『他也是一個光身漢，但是沒有人能知道他以先的歷史罷。』

『我聽見他房東老太太說過，他從唐山來的。』小周說，『或者就是——』他忽然的停止拍了拍胸。

『嗄！……』老于深思的說。『但是不能是他。』

老于和小周仍舊坐下。『不能是誰？……』

『他！……』老于答。

這時在茶棚右手轉過去一個穿得很有樣的中年人，他很大方而且有神氣的轉到街頭，順着街走。

『那人好像是金源。』戴哥對個老茶客說。

『誰說不是？……』他嘆氣的說。

『啊！……怎麼也闊了！你看穿得項得樣兒的。』戴哥對金源遠遠瞟了一眼說：『我有好久沒有看見他了！』

『哼！你真糊塗了。』老茶客把旱煙筒合拍的鼓着桌子說。『人家出外了三年，今是榮歸故里，並且要喬遷了呢。』

『嗄！……』戴哥提了把開水壺替客人們冲着茶說：『怪不得，……他看見了我連理多不理，原來發上了；先前同我住一院子的時候，是多麼親近，戴哥長，戴哥短的，現在……見了我，連眼皮多不抬一抬了。可是，——現在他到底在那兒做事啦。』

『那兒？……』老茶客停了停說。『現在X省做督軍的聽差領班。』

『這小子真交了時運了，先前和我同院住的時

候，是一個什麼東西他五十來歲的老娘，每天只吃兩頓小米粥。——』載哥說。

『哼！』老茶客接着說。『現在老太太，也不比先前似的了，也穿上的羅紗，戴上了金鐲子了！……』

『但是，』載哥深思的說：『我到要問問，他是走誰的門路，發得這樣快；我們怎麼沒有這樣好的時運。』

『唉！老年人說得好；「三年河東，三年河西。」（就是說人家生發得快敗落得也快的意思）現在是「一年在河東，一年在河西。」』老茶客用手指鼓着桌子幽而且慢的說。『但是也活該這小子交運。本來，——這句話有二年多了罷——他在天津女學堂當茶房，後來學堂關了，就有個先生介紹他到鄭督軍的兄弟那裏做個二等聽差；有一天，這小子交運了！鄭督軍生日，就叫他送禮物去的；可巧那天鄭督軍高興，叫他到面前去問些鄭二爺家裏的事；大約他也回答得很流利，鄭督軍就喜歡上他了；當時鄭督軍正少一個聽差領班，於是他就叫他不用回二爺那裏去，留在那裏就了聽差領班的職分。——』

『能賺多少錢一月呢？』載哥急着問。

『最少也有二三百塊錢罷。』老茶客答。

『嚯！……比做官的薪水還多！』載哥說，他似乎有點不信。

『誰說不是，』老茶客斜着眼拉長了嗓音說。『你不信麽？——我們那裏有個叫朱誠的，本來是一個小學教員，後來不做了，到于總長家裏做了一個門房聽差。——』

『真的麽？——』

『誰騙你！——』

『但是那裏來這麽些錢賺？』載哥又提了水壺取着茶說。

『哼！……』老茶客喝了一杯茶說。『就說打一

回牌，聽差們頂少可以分百把來塊錢頭錢。』

『好大的賭局！……』載哥長嘆的說。

『走！……』老于說。

『聽聽。』小周說。

『聽什麽？……總之，談些軍閥和資本家。……走！』

老于拉了小周就走。

他們從茶棚就談論着回家去。在道上，諸深也在很快的走着。

『諸大哥上那裏去？』小周叫。

『進城！——』諸深答他仍舊走。

『我們也進城。』老于說『我們一塊兒走——』

『也好。』諸深說他們三人就一路很快的走。

『但是，你進城有什麽事？』小周問。

『無目的的，』諸深迅速的說。『你們呢？』

『差不多也是罷，』老于答。

他們也不談論，只往前走。不一忽穿過一條骯髒的小街，進了一條順城的大道。

『餓啊！……』一個化子站在道旁的柳樹下，他看見諸深們三人，就跑上去哭聲的道：『先生們…………餓啊！……』

『餓？——』諸深回頭看了看，仍舊走。

化子仍舊叫着餓，跟着要錢，走了有十多步。

『餓？——』諸深說。『可憎的！』他想。他從衣袋裏擲出來了兩個銅子。

『一個慈悲的工人！』小周想。

走過大道，穿進一條馬路。

漸漸的熱鬧了，走過這條馬路之後，是一條很狹短而平滑的馬路，這是一條最熱鬧的街，一羣羣買東西的人們，蝴蝶般的穿行着各樣的車類，好似梭子般的來回。

三個工人旁若無人的衝過去。

『吳嘩……』汽車的呼人讓路聲，接連着響。一

輛輛過去，占了街市很大的位置。汽車裏坐着一個肥大而且自大的人。嗶嘰的袍子，加上禮服呢的馬褂；一只拿破侖式的帽子莊嚴的裝在頭上；他非常自得的吸着煙，兩旁看只一忽，車和人已經從人衆中鑽過去了。

走！他們穿過了大柵欄，（北京一條最熱鬧的短街）又回過來，穿過了廊房頭條，到前門大街，預備進城去。

『靠兩邊走！』在街心中一個雄糾糾的警察，指揮着說。這時有許多的警察和兵士。密布在車站的兩旁；車站的中心停着一輛黃色的大汽車；並且車的兩旁，立着許多的武裝兵士。火車到了，人們潮水般的湧出。

諸深們也立住在人們中看。現在街道中，已經不許人們行走了。道的兩旁遠十步路，就有二個兵拿着鎗站在那裏；街中寂靜的一個行人和車輛也沒有，除了護路的警察；看的人衆愈加多了，多一聲不響的站在街的兩旁。

『今天為什麽？』『X省的督軍進城。』間或發生的話，在看衆中。

『呔底……』車站旁發生的軍號聲音。

看衆的目光，多立刻注在黃色汽車的前面。

半天，然後二次的軍號響了。再待了十多分鐘，然後第三次高壯的軍號聲響了。由東車站發出的軍號聲，傳到城門洞口，於是城門口的兵士也吹起軍號。……於是接一連二的吹傳過去，不一忽傳遍了城；於是全城的人們，警察和兵士，多知道X省督軍要快上汽車了；就大家當心着而且趕開了由車站到X省督軍的住宅的街道上的人們和車輛。

黃色汽車動了，載着一個肥胖的軍人；黃黑而且光滑的臉，有幾根鬍鬚；穿着軍服，一顆顆勳章像化子身上的補窟多而且大；慈悲式的頭，不斜的擡着。

只一忽，黃色汽車向諸深們跟前電似的奔過，兵士們多誠敬的舉鎗。

『你的目的達到了麽？』老于問諸深。

『不過如此。』諸深說。

他們三人就提起壯健的腿，快而合拍的回家去。在道中，剛才所看見的化子，又跟在他們後邊要錢。

『餓呀！……』照舊的說。

『走！』諸深高聲的說。

『你也憎惡他麽？』老于問諸深。

『是的，』諸深答『我非但憎惡他，我憎惡一切。』

『爲什麽？』小周說。

『我自己也不知道，這是一種自然的憎惡。』諸深答。

第二天早上，諸深很早的就起來了；他獨自進城，站在道旁，木立着。他尖利的眼睛，好似秋夜的星；高而粗的鼻，流着汗；皺着眉頭，闊而大的嘴角，向下落着；青而粗的筋，一條條眠在他的臂上；他兩隻手放在衣袋裏；緊緊的握着。

黃色汽車過去的時候，從諸深衣袋裏射出三顆可怖的子彈，直鑽進黃色汽車去。

於是悲劇發生了！……

（完）

十一、十、十三——十二、四．北京

禮拜六的太陽光的傳說

俄國 Ignatius Dombrovsky 著

仲持

老年的瑪失克格純達，被他通常的留心的聽衆——他的本村的孩子們——圍繞着，講述下面的故事：

『從前有一回，是一個禮拜六，可怕的黑雲，遮掩了全天空看不見一縷的太陽光。人們離了家，來到街上，從各方面望着天空，疑惑着將有什麼事情出來。暴風雨罷，——然而沒有暴風雨；雨罷——又沒有雨！那麼却是什麼呢？

『我們的聖母臂上抱着神的孩子，也走出來看一看天空。沒有太陽，沒有熱，沒有一縷明亮的光線；只有暗黑迷漫的雲，遍布了天空，而且雨點似乎就要落下來。我們的聖母嘆一口氣，幾乎哭了。

『「阿，我疼愛的耶穌。」她呼叫說：「我須得曬你的衣衫，但天如果立刻要下雨，我怎能曬呢？我將那些衣衫洗的這樣仔細，現在那是不會乾的了！」

『「不要擔心，愛的母親！」神的孩子回答說：「我可以把舊的穿下去，不穿乾淨的。」

『「但這那里行呢？這已經齷齪了，」我們的聖母說，「而且明天是禮拜日，我們須得往禮拜堂去。」

『神的孩子沈思了一會，他理會到他的母親是對的。

『「好，且把那些曬起來罷，如果是必要的，此外有什麼法子呢；」他說。

『我們的聖母回到家裏，拿了那些衣衫，她還是憂悶着，將衣衫在天井裏曬起來，一面她的稚幼的兒子坐在乾草堆上，低聲禱告着耐心的等候他母親回來。

『我們的聖母把衣衫一件件的攤在籬笆上，憂悶地望着天空。雲是更其厚更其厚了，籠罩在地上，太陽似乎全不放光了。末後她深深的嘆一口氣，又對她兒子說道：

『「我一切的工作大約要白丢掉了；我看那些衣

衫是不會乾的了。我可憐的親生的寶貝呵，你禮拜日怎麼可以沒有一件乾淨的衣衫呢？」

『然而那孩子並不回答。我們的聖母又攤上了一件衣衫便卽覺到那件是很破損而且短了。她越發驚恐起來，說道：

『「阿可憐我呵，我那裏縫得起你的新衣衫呢，我疼愛的耶穌！這些是十分老舊了，而且你又長大到穿不進了！我家裏沒有布料，「穀箱」裏沒有蔴線，我又沒有一個銅子的錢！阿可憐可憐我呵！」

『孩子耶穌仍然坐在乾草堆上，只是靜默着，玩弄草桿子。

『我們的聖母站在門檻上，因爲哀愁與悲傷，只是搖着頭。分明是頃刻間天將下雨，而衣衫將弄濕了；便是天不下雨——那些衣衫也仍然儘是濕着，因爲沒有太陽也就沒有熱哩。

『我們的聖母站着唏噓。末後她走近她稺幼的兒子，說道：

『「我的寶貝，你姑且請求你的神父，給我們一「牛奶壺」的太陽罷？這既不是白天，又不是昏夜，只是黑暗罷了，而且又沒有一點兒熱氣！」

『那孩子沈思了一會。他覺着他所愛的母親是對的。他在乾草堆上跪下來，他的小手做着十字禱告道：

『「全能的神父，我央求你，你只消放出一縷的太陽光到地上來安慰我所愛的十分苦惱的母親，而且我最愛的神父，再應許給我的衣衫變得大些，變得差不多同新的一樣，因爲我們家裏沒有一塊布料，也沒有一點兒錢了。」

『孩子耶穌剛纔發出了這些話，雲就彷彿給什麼人的斧頭劈開了似的，於是天變得這樣光明，好像正是太陽的本身。我們的聖母驚詫了，滿心喜悅的跑到籬笆邊看衣衫，因爲那是她的哀愁的主要

原因。使她真極端的喜悅呵，她看見衣衫很快的乾燥起來，發出蒸氣；而且，阿奇怪呵，那些衣衫比先前更長更長了！

『我們的聖母懽悅到幾乎哭起來，連忙在籬笆上收下了衣衫，這才不會落下弄污了，一面孩子耶穌，見自己引起母親怎樣的喜悅，便微笑着說下去道：

『「爲要使人們永遠安慰些，高興些，我和善的神父，應許太陽每禮拜六放光罷，便是一點兒光線也好，這才可以淸除一切的陰霾了。」

『從那時起，每個禮拜，無論天是怎麼樣，無論天是怎樣的陰暗，總有一縷光線，卽使只有一縷，射到地上來，倘使人們沒有全都看見那光線，這實在因着這種太陽光線是一種神奇的光線，所以只有良善虔誠的人們纔能够看見，那些邪惡而且有罪的却看不見他，因爲他們的罪惡像黑影一般，在他們的前面走，並且當着他們的眼光站着哩。』



愛之光(科學劇)

心南



時——二十世紀初元

所——上海某理學博士的書齋

人——理學博士

秦謨(男)

石佩姒(女)

光神

(博士的書齋,有門向後門的左右各有木架一個,上置石膏男女偶像各蒙薄紗,男像的上面掛一時計,女像的旁邊置一渾天儀,門的左側有窗,窗旁安一書架,門的右側有一書案一安樂椅,案上列書數冊洋文具一付)

(博士架着色眼鏡坐在案前,手拿一本牛頓的格物原論在那裏聚精會神的研究,隨即放下,信手又取了一本歐几里得的幾何學,翻了數頁,取筆在紙上演算了一會,歎口氣道:

博士　這個問題,好不容易解決啊!

(仰首望門側兩個偶像出了一回神。)

博士　哈哈,他們都是獨立的!絕對的沒有關係的啊!

(說着又看他的書,愁着眉道:)

博士　到底要怎樣纔能將牛頓所說的絕對空間和絕對時間尋得出來呢?

(博士低頭伏案凝思,萬籟俱寂,電燈忽息,秦謨和石佩姒裸體披紗從門內出喊道:)

秦謨　博士!

(電燈復明,不見架上偶像,博士愕然。)

博士　你們是誰?

秦謨　我們是你的老朋友,常常在你的書齋裏,和你研究哲學和科學上的重要問題,你不認得我們嗎?

博士　啊,對不住!你們都很面善,可是我記不出你們的姓名,還要請教!

秦謨　我是秦謨,她是石佩姒女士。

博士　啊,你兩位的名字到也很熟,你們來此何幹?

秦謨　因爲懂得你爲我們的問題,常常煩悶,特地來和你談談,你們都帶着有色的眼鏡來看我們,你們把這種不可思議的東西(指衣紗)把我們籠住,怎樣會看得

出我們的眞相呢？你們——自你們的祖先以至你們的朋友，都把我們誤會了。

博士　怎麼說？我實在不大明白你到底是甚麼呢？

泰諆　我哪！我有極持久的毅力；我閱盡滄桑世變，凡往古來今的事績，都不能逃出我的眼中，我却一些不爲成敗榮枯所動，我祗懂得向前直進，使這大千世界演進於文明，我是持續不息，和宇宙同其悠久的喲！

博士　哈哈，原來如此，我明白了，不過你也未免吹得太過了，我懂得你的本能，你醉生夢死，一天過了一天，燦爛的時花，給你弄殘了；嬌艷的美女，給你弄老了；完美的世界，都給你逐漸破壞了，你也不回頭一顧，毫無責任似的一往直前而去，你何等殘忍喲！還敢誇談你的功勞嗎？

泰諆　哈哈，你眞知一而不知二了！你不見我把胚珠裏的幼芽，弄成鬱鬱蒼蒼的大樹嗎？你不見我把襁褓裏的嬰孩，弄成桓桓糾糾的健兒嗎？你不見我把黑暗的世界，弄成文明的今日嗎？破壞是新生的機會，革命是進化的途徑，你難道不明白這個道理嗎？

博士　你的語也有點道理，（向石佩姒）那麼，你又是甚麼呢？

石佩姒　我哪！我有極寬大的度量，隨你美醜善惡，我能一體包容，我所有的一切田地園林，一些也不據爲己有，任萬物在裏面休養生息，我都一視同仁，俗語說：「海闊縱魚躍，天高任鳥飛」祗有我的襟懷，可以當此無愧，我是包涵無盡，和宇宙同其廣大的喲！

博士　原來如此，可是你的量能容一切的物嗎？

石佩姒　是的，他有怎樣的多，我便有怎樣的大，

博士　那麼，你的量還是也有限制的呢？還是無限制的呢？

石佩姒　我恰和極大的球一樣，可以說是有限的，然而却沒有邊際，

（博士點首，似有所悟。）

泰諆　你現在把我們懂得明白了嗎？

博士　明白些，可是人家都說你們倆是絕對的獨身主義者，我還不大明白這一層還要請你們的教！

（石佩姒低頭微笑，泰諆笑說道）

泰諆　哈哈，你要明白我們的眞相，你何不將這種不可思議的衣紗揭去呢？那麼，我們便可以在你的眼前現出本來的面目，

（博士遲疑不敢輕揭。）

博士　不敢不敢，這東西雖然有點可疑，然而是自牛頓以來便籠着的，怎好揭去呢。

（電燈驟暗，忽然由窗外丟進一塊石頭，落在三人面前，發出一團火光，那火把泰諆和石佩姒的衣紗燒了，電燈大明，現出一對赤裸裸的男女，那火並將案上的

牛頓格物原論和歐几里得幾何學，以及博士的算草都燒着了，博士慌着撲火，不提防把眼上所架的着色眼鏡墮在地上，打得粉碎，火光裏跳出一個人來，身穿七色——紅，橙，黃，綠，青，藍，紫——的衣服，指着博士大笑。)

光神　哈哈，罩着他們身上不可思議的衣紗已經消滅了！我的視線難道還不能直接達到他們的體上嗎？這不是他們赤裸裸的眞相麼？蒙你眼睛的障翳通通除了，你還不能看得清楚嗎？

博士　我看得清楚了，可是他們到底有甚麼關係呢？

光神　你要曉得他們的關係嗎？除非問我不可，我便是他們的聯鎖；他們有不可離的關係，可是若還沒有我，誰也不能認出他們；他們是神聖的戀愛者，我便是戀愛的神，

(博士聽着，正在出神，光神把袖子一拂，放出七色的光來，兩個裸人攜着手，且歌且舞，「用着色的電光自紅，橙，黃，綠，青，藍，紫，的順序照着」歌曰：)

我綿延而不息兮，
　爾廣大以無邊；
彼衣紗將安用兮，
　請與子而俱捐；
脫人爲之障翳兮，
　返故我之天然；
羡如春之大地兮，
　感似水之流年；
願自由以相愛兮，
　假神光爲之緣；
豈遺世而獨立兮，
　寧相依以自全；
期兩情之契合兮，
　同宇宙之緜緜。

(轟然一聲，火光復起，卽熄，電燈全息，兩裸人退去，電光復明，案上書稿半成灰燼，兩個偶像粉碎在地，光神將石膏拾起，放在一處和水又製成兩像，置於原處，對博士笑道：)

光神　哈哈，你看，這不是依然又是泰謨和石佩奴兩個嗎？可是現在泰謨的體中有了石佩奴；石佩奴的體中有了泰謨了！

(火光忽現幕閉)

中等學校最新教本

取材至現代爲止的

祇有此數種

新著中國文字學大綱　江都何仲英編　一册　三角五分

同上參考書　江都何仲英編　一册　五　角

本書取材精審編法極新無稱稱乾燥無味之病共分字音字形字義三編依次敘述不致偏而不全參考書博考羣籍不下數十百種尤足參證

新著本國史　丹徒趙玉森編　二册　各七角半

全書分三時期（一）以太古至周爲文化發育時期（二）以秦至明中葉爲文化推衍時期（三）以明中葉至現代爲我國文化與世界文化融洽時期對於最近之外交事實如太平洋會議之類均已編入

新著東洋史　直隸王桐齡編　二册　各八角

是書首序論說明東洋史研究之關係及範圍論定東洋史上之人種及地理此外分三編一上古史述漢族萌芽時代二中古史述漢族全盛時代三近古史述各民族之變遷尙有第四編現代史在編輯中

新著世界史　陽原李泰棻編　一册　九　角

此書用萬國史體裁編纂將中等學校應講授之東亞史西洋史分綜敘述全史爲上古中古近古近世現世五期現世史直敘至太平洋會議爲止附有彩印地圖二十餘幅尤裨參證

新著西洋近百年史　陽原李泰棻編　二册　一元八角

本書述西洋最近百年內事分政治文明兩部政治部起於拿破侖第一敗後之維也納會議迄於歐洲大戰後之巴黎和會文明部分述近百年內之科學哲學史學藝術及國際聯合各種協會等

新設計教學法　上海趙宗預編　一册　二角五分

小學施行設計教學是最切合於實際生活的教育法本書前半是說明設計教學法的定義價值等後半是實際上設施的種種方法

上列各書文字均用語體

商務印書館出版

時事日誌

中國之部

民國十一年十一月十六日

●交通部因上海招商局股東呈控該局董事會傅宗耀等草菅人命，敗壞航政，舞弊營私，侵占公產，呈請派邵恆濬張福運殷泰初查辦。

●英美法意瑞典等駐京公使，因漢口外僑之要求，向外交部警告河南土匪擄架外人事，並擬組織國際委員會赴河南監視勦匪事宜。

●安徽軍隊勦伐入境豫匪，克復固始，同時河南胡景翼部克復上蔡商水，斬雲鵰楊淸臣克復正陽羅山，匪退光山，勢漸不振。

●憲法審議會議決：關於國民經濟生活，憲法上有規定必要，其標題及條文交憲法起草委員會起草。

●政府因衆院屢催提出內閣咨覆，謂：當此過渡時期，非有署閣，無從維持現狀；王總理早已聲明不任正式組閣，旣未取得本人同意，無從提出，俟覓得組閣人物，卽依法咨院。

●安福罪魁丁士源姚震姚國楨逃出日本兵營。

同　十七日

●駐徐州新安武軍經蘇皖兩省軍政當局會同繳械遣散。

●東三省省議會電各屬，聲明奉直政見誤會，已由鮑貴卿從中調和。

●督辦魯案善後事宜王正廷呈擬膠澳商埠暫行章程，代理司法部務次長石志泉因懲治盜匪法施行期將滿，呈擬強盜案件特別辦法及過渡辦法，均奉指令照准。

同　十八日

●衆議院議長吳景濂副議長張伯烈指財政總長羅文幹訂立奧國借款展期合同有納賄情事，攜帶衆議院公函，夤夜向總統府告密，並要求立卽捕拏羅文幹，當由總統以手諭飭步軍統領拘羅，並卽轉送地方檢

察廳拘押。財政部庫藏司長黃體濂亦同時被捕。

◉唐山大學因罷課參加開灤罷工風潮，經校長奉部令解散。

◉陳炯明以魏邦平決意辭職，即委陳章甫爲第三師長。

◉歸德鎮守使李鳴鍾辭職。

◉公布青島市施行市自治制令，及膠澳各鄉施行鄉市自治令。

同　十九日

◉府院爲財政總長羅文幹被捕案開聯席會議，閣員多謂總統違法，即擬令交法庭辦理，實則嚴懲虛刃反坐；會吳景濂張伯烈與議員多人入總統府阻止蓋印，令未下。

◉京師地方檢察廳因羅文幹案票傳原告發人吳景濂張伯烈。

◉蒙疆善後委員會在張紹曾私宅開成立會。

◉常德盛軍因後方不妥，由邵武退守閩邊。

同　二十日

◉越飛通告外交部，遠東共和國已與勞農政府合併，彼仍續任俄羅斯代表。

◉衆議院通過咨請政府查辦財政總長羅文幹及將奧國借款展限合同宣告無效案，並提出懲戒吳景濂張伯烈私用院印案，因人散未決。

◉吳佩孚電致總統，責捕羅文幹之違法；閣員請總統下所擬命令，陸軍總長張紹曾提出辭職。

◉山東宮家壩堵口河工由美商上海亞洲公司包修，其合同於本日簽字。

◉駐蚌埠新安武軍繳械遣散。

◉會辦魯案善後事宜田中玉辭職，以熊炳琦繼任。

◉交通部因上海招商局股東有拒絕查辦情事，通電解釋。

同　二十一日

◉王寵惠顧維鈞孫丹林李鼎新湯爾和高恩洪電告十九日所擬命令，並述議員屢次包圍總統不令蓋印情形，聲明責任內閣已被破壞，待羅案解決，即當辭職。

◉閣議修改日本所提對於膠澳土地權辦法，不承認有永久租借權。

◉羅文幹在獄呈請將吳景濂告密案下令交法庭辦理。

同　二十二日

◉黎總統派孫寶琦，汪大燮，黃開文，蔭昌赴地方檢察廳迎羅文幹出獄，即留公府禮官處。

◉蔡成勳電告常錫榮已克樂平。

◉憲法起草會開會，議決國權另立專章，並決定以國家事權列舉方法，交第一類委員起草。

◉王正廷出席衆議院報告辦理魯案情形。

同　二十三日

●財政部宣布關於前與國借款展期合同概略。

●曹錕通電，攻擊財政總長羅文幹，列舉五罪，請組特別法庭，或移轉審訊，徹底根究；王承斌，齊燮元，熊炳琦，馬福祥，盧永祥等亦紛電響應。

●以外交總長顧維鈞兼關稅特別會議籌備處處長，次長沈瑞麟兼副處長。

●漢口全國商會聯合會開特別大會，促廢督裁兵之進行，並推前商教聯合會主任黃炎培，聶雲台，華盛頓會議國民代表蔣夢麟，余日章等為裁兵勸告員。

●唐山壓迫工潮之十五師軍隊撤去。

●長江上游總司令孫傳芳軍隊因準備援閩，紛向下游運送，前隊駐武穴，圖由贛入閩。

同　二十四日

●吳佩孚因曹錕及保系各督均攻羅，及大總統去電指斥，發電聲明擁護總統，服從曹錕，對羅案不再置喙。

●英使照會，遵華盛頓會議條約，決於明年一月一日撤銷在華英國郵局。

●內務次長孫培辭職，以劉馥繼任。以張毅任四川鹽運使。派孫寶琦熊希齡會商主管各部處督同地方官籌辦京城貧民生計事宜。

●國務院呈准將崇文門稅款撥充京師地方教育經費。

●安徽省長許世英因馬聯甲電攻，指發裁兵經費，通電駁馬所稱每年軍費七百四十元之不確，申明皖官紳原議為四百五十中再減一百八十萬。

同　二十五日

●閣員王寵惠顧維鈞孫丹林李鼎新湯爾和高恩洪（高凌霨未列名，張紹曾已先單獨辭職）等通電，因各方舉動不由正軌，無力維持，即行辭職，不到部院，並申明倘羅案有牽涉之處，仍當束身司敗，決不游移。

●羅文幹仍回地方檢察廳看守所。

●廣西柳州沈鴻英部與自治軍韓彩鳳陸福祥相持，柳城屢得屢失，韓陸得陸雲高自南寧來援，再占柳州。

●憲法審議會決將審議會中未決事項，先行收束，移交起草委員會參考；並定三星期後即開憲法大會。

同　二十六日

●黎總統通電述拘捕財政總長羅文幹案經過，並反對另組特別法庭。

●皖人段祺瑞馮玉祥江朝宗等請罷斥馬聯甲，另派大員辦理皖省裁兵事宜。

●沈鴻英部反攻入柳州，韓彩鳳出走被俘，即釋放。

●楊森部已編成一混成旅，駐鄂西。

同　二十七日

●魯案一部委員四十八次會議，決定青島土地權作為懸案，另行解決。其二部委員會中中國已提出膠濟鐵路評價總額為二

千七百萬元，日本堅不承認。

●衆議院通過查辦國務總理王寵惠外交總長顧維鈞。

同　二十八日

●魯案一部四十九次會礦山問題完全解決。

●總稅務司通令，新稅則因關係各國尚未一律承認，所有前定十二月一日實行之舉，不克實行，應俟核定後再辦。

●四川民政善後會議閉會。

月　二十九日

●署國務總理王寵惠准免本職，特任汪大燮署國務總理。署財政總長羅文幹着卽免職。署外交總長顧維鈞署內務總長孫丹林署陸軍總長張紹曾署海軍總長李鼎新署司法總長徐謙署教育總長湯爾和署農商總長高凌霨署交通總長高恩洪准免本職。特任王正廷署外交總長，高凌霨署內務總長，汪大燮兼署財政總長，張紹曾署陸軍總長，李鼎新署海軍總長，許世英署司法總長，彭允彝署教育總長，李根源署農商總長，高恩洪署交通總長。

●魯案一部開五十次會議，海底電完全解決，公產及鹽業補償總額爲一千六百萬元國庫劵，幷定年息六釐，第一部問題全部解決。

●漢口全國商會聯合會電政府，主張對於羅文幹案依法辦理，實懲虛坐。

●參議院決定從事修改院法後再決選議長。

●浙江省議會因省長不承認制憲經費及咨請暫緩議憲開會討論，決定仍再積極進行。

同　三十日

●派熊炳琦兼膠澳商埠督辦，並令會同督辦魯案善後事宜王正廷，接膠澳事務。

●國務院祕書長梁宓辭職，以王耒兼署。

●汪大燮通電辭國務總理，卽出京；張伯烈亦通電攻汪閣。

●那彥圖呈報蒙古宣慰使署成立。

●程立率駐坊子警察，赴青島準備接收。

●上海英國郵局撤銷。

外國之部

一九二二年十一月十六日

●赤塔議會通過議案廢除遠東共和國，而將土地全部管轄權移交莫斯科，爲蘇俄之一部。

●協約國決定雅德里亞堡與加利波利二處。可由土人於十一月二十二日收回。

●土國凱末爾提出懲戒土皇及前政府人物之議案，經議會通過。

同　十七日

●土皇出奔瑪爾太島。

同　十九日

●英國外交大臣寇仁法總理樸蔭開雷意相慕沙里尼在洛桑開近東和會之預備

會議。

●安哥拉國民議會選定太子阿白杜爾米傑德爲回教新蘇丹。

同　二十日

●近東和會在洛桑開幕，法代表爲巴萊爾，意代表迦羅尼，英代表寇仁，土代表伊斯梅，希臘代表威內瑞祿，日本代表林權助，美國觀察員季爾德。

●英國新國會開會，舉徽特萊爲議長。

●美國國會開一特別會議，考慮船舶津貼案。

同　二十一日

●德國古諾內閣成立。

同　二十三日

●英國會行開幕禮，英皇致訓詞。

同　二十四日

●愛爾蘭自由邦憲法案在英國會初讀通過。

●新任回教領袖就職，未有事變。

同　二十五日

●英使向希政府嚴重交涉，不得將前任閣員被控叛國者加以死刑，柴米斯內閣因此辭職。

●洛桑會議決定歐洲土耳其之疆界，界線沿瑪里柴河，自西答臘斯以至希臘，設立廣大撤除軍備區域於土希之間，實行紐爾立條約之規定，以在第台加區之通至愛琴海出路，給予保國。

同　二十六日

●德國會通過信任古諾政府案，贊成其對外政策。

●土國賴灰德將軍與協約國司令間之談話，關於協約軍與土國新當局之關係問題已有結果。

同　二十七日

●俄代表抵洛桑，以公文送交會長，要求與他國同等地位，參與各種問題之會議。

●希臘戈那太斯組織內閣。

同　二十八日

●希臘前首相閣員與司令，因小亞細亞戰敗被查辦一案，今日審畢，前首相閣員等均被判決死刑，即行執法。英使照會希政府，謂英國與希臘絕交。

●葡萄牙總理薛爾伐氏改組內閣。

同　二十九日

●捷克總理俾尼斯今日抵洛桑，與南斯拉夫外相商議關於小協約之事件。

●美國衆院通過商船津貼議案。

●英國國會三讀通過愛爾蘭議案。

同　三十日

●洛桑會議採納股員會關於南愛琴海島嶼一部份解除軍備之報告，土人保留完全解除軍備之主張。

●西答臘斯有武裝叛黨五千人進第台加區，要求舉行公民會議，大局頗形嚴重。

●英法意比四國爲決定將來比京賠償會議之共同政策，計定十二月九日在倫敦

開總揆會議。

◎埃及薩瓦內閣辭職，前相杜菲組織內閣。

◎奧國聯邦會議採納以全權予政府以二年爲期之議案。

◎洛桑協約國代表覆牒俄代表，謂協約國十一月十四日之請書，僅准俄國參與海峽問題之討論。



這位少年，正在辦事忙碌，
忽然的幻想到他的家庭，
自言自語道；
現在我一家的安樂，不是全靠我麽？我若是有個三長兩短，我家中的人又靠誰呢？唉！我的進款又不多，一年只能積蓄幾十金，若把他放在銀行裏生息，能濟甚事？總得想個別的法子，不論我生前身後，能教我家中人得一樣的安樂纔好，但不知道有這個法兒沒有？

華安合羣保壽公司能替你想這個法子，不用你多出錢，就能保你一家的安樂，你若是每日能省下一角錢，你家中立刻就有一千元的現錢產業，每天省下五角錢，你家中就有五千元的現錢產業，你每日少吸幾枝烟，少吃幾杯酒，你的家中就安如泰山了。

本公司印有保壽小書，說明人壽保險的宗旨意義，及如何能使你家中不論你生前身後，一樣安樂，函索卽寄。

華安合羣保壽公司
純粹華商組織
西洋專家管理

東方363

THE CHINA UNITED ASSURANCE SOCIETY, LTD.
The only purely Chinese Assurance Company under up-to-date, Western expert, management

東方雜誌第十九卷總目錄

雜評

號數

十年以後……一
爆烈性的時代……一
精神破產之民族……一
沈悶中之樂觀……三
會議能解決時局嗎?……三
達爾文百十三年紀念感言……三
智識階級的自身改造……四
今後的人生……四
回教民族復興的感想……四
非宗教同盟……五
地方自治與鄉村運動……六
恢復舊國會的我見……六
日本改變對華態度的觀察……六
力的世界……六
平和的心理……七
思想界的老前輩……七
美學隨談……七
不要向舊的軌道上走……八
青年與國家……九
從出版界窺見的智識界……九
誤用的並存和折中……一〇
自治的統一與統一的自治……一一
歐洲新局勢與未來之禍機……一一
統一和公開……一二
政治上遊離分子的問題……一二
「急則治標緩則治本」……一五
事業本位的政治運動……一五
法律派與實力派……一五
貝殼投票……一五
光榮的內爭……一五
王內閣……一七
近東大戰……一七
西伯利亞之禍機……一七
爲什麼反對科學……一七
階級意識與政治運動……一八
幻滅的悲哀……一八
對於女權運動的希望……一八
人生之趣……一九
一個迂緩的建議……二〇
遠東共和國合併的影響……二〇
混沌的歐洲時局……二〇
民族已老了嗎……二三
什麼是學校教育的特色……二三
愛因斯坦與相對論……二四
愛因斯坦和科學的精神……二四

專論

號數

改造中國底途徑……一
中國國民性的幾個特點(英國羅素著)……一
減軍與歐洲實況……一
都市發達之歷史的考察……一
我之無識的自白與對於今後時局的眞覺悟……二
近代文學與兒童問題……一、二
我對於中國在華盛頓會議之觀察……二
華盛頓會議中山東問題之經過……二
從基爾特到工廠制度……二
中國人的人生哲學(杜威著)……三
華會閉幕後世界經濟之概觀……三
最近二十年間中國舊學之進步……三
意大利近代的繪畫……三
生與死之研究……三、四
民有山東鐵路之經營……四
消費者之希望……四、五
中國古代名學論略……四
斯幹狄那維亞近代的繪畫……四
整理外債問題……五
泰羅的科學的工場經營法……五

三論宗之人生觀……五
俄羅斯文學和社會改造運動……五
評廣東省憲法草案……六
中國之國際的地位(英國羅素著)……六
馬克思底理想及其實現底過程(日本河上肇著)……六
施泰乃哈氏返老還童法之研究……六
西班牙近代的繪畫……六
產兒制限槪說……七
赤俄底實業現狀……七
勞農俄國的新政策……七
個人主義的由來及其影響……七
空間解放之思想的經過……七
比利時近代的繪畫……七
領事裁判權問題……八
勞動之一研究……八
今日倫理學理論之趨勢……八
中國聲律之調停與琴之聲律……八、九
白樺派底傾向特質和使命……八
匈牙利近代的繪畫……八
直覺與理智……九
英法兩系地方自治制度及其相對的改造趨勢……九
勞動價值論之研究……九
勞力報酬法之研究……九
東西文化的結合(印度台莪爾著)……一〇
宗教的生長與滅亡……一〇
個體與種族的衰老……一〇
荷馬史詩「伊麗雅」底研究……一〇
荷蘭近代的繪畫……一〇
中國政治不能上正軌底眞因及今後應走的道路……一一
蘇維埃俄羅斯底過去與現在……一一、一二
唯物史觀在馬克思學上底位置(日本櫛田民藏著)……一一
新歷史之精神……一一
丹麥近代的繪畫……一一
美國城市自治的三大經驗……一二
恩斯登……一二
文藝復興研究集序(英國華爾德配德著)……一二
最近國際關係與世界的新形勢……一二
德國賠償問題之糾紛……一三、一四
愛爾蘭自由邦的成立及其現狀……一三
近東問題及其最近的轉變……一三
回教民族復興運動——世界之一大問題……一三
西伯利亞的現狀及其問題……一三
世界地圖中之烏克蘭……一三
英法衝突與歐洲外交之大錯誤……一三
歐洲經濟改造與各國對俄之政策……一四
俄德條約之醞釀與成立……一四
小協約與中南歐的新局面……一四
奧匈國崩壞後諸國之關係如何……一四
印度獨立運動之解剖……一四
埃及問題……一四
菲律賓獨立運動之推移……一四
國際現狀之歷史觀……一四
由經濟的帝國主義到經濟的民主主義……一五
俄國爲什麼改用新經濟政策……一五
研究哲學之管見……一五
哥德的浮士德……一五、一七、一八
微生物學略史……一五
中國的農民問題……一六
農業與公民……一六
世界和平與農業……一六
農場管理及農業經濟……一六
日本農民運動的趨勢……一六
英國的農業勞動者……一六
意大利最近的農民運動……一六
德國農民運動……一六
俄國的農民……一六
國語改造的意見……一七
新實在論的論理主義……一七
中國社會之本質及其作用……一七
自然發生說……一七
民治運動……一八
社會制度論(羅素著)……一八
許爾志及雷佛生之平民銀行……一八
日本民族性底研究……一八、一九、二〇
蔣百里裁兵計畫書批評……一九
喬治內閣之失敗與英國政界之窮途……一九
大乘起信論考證……一九、二〇、二三
現代心理學底派別及其研究法……一九
論現代的小說……一九
文化與幸福……二〇

意大利政潮之解剖……二〇
人類多源說……二〇
中國憲法問題……二一
The Chinese Constitutional Problem from the American Point of View……二一
中國之制憲……二一
Constitution Making in China……二一
我理想中之中國國憲及省憲……二一
制憲問題的理論和實際……二一
依基督教國主義擬商榷之憲法要點……二一
關於中國國憲之建議……二一
憲法問題與中國……二一
憲法宜採聯省民主制……二一
聯邦制與委員制之研究……二一
中華基爾特社會主義國憲法導言……二一
憲法上的議會問題……二一
國憲上之外交權問題……二一
我對於國憲的三個建議……二一
我國憲法應明定國民之生存權……二一
晚近憲法上婦女權利問題……二一
天壇憲法應該怎麼樣改正……二一
評國是會議所擬憲法草案……二一
國是會議所擬憲法草案評議……二一
我國憲法與歐洲新憲法之比較……二二
新近憲法的趨勢——代議制之改造……二二
柔性憲法與剛性憲法……二二
憲法上民主政治種類之選擇……二二
各國新憲法中之比例代表法……二二
歐洲的新憲法……二二
歐洲四新與國憲法之比較觀……二二
德意志之新憲法……二二
普魯士新憲法述評……二二
波蘭共和國憲法述評……二二
南美新憲法之傾向……二二
省憲中之行政機關……二二
省憲問題(一)……二二
省憲問題(二)……二二
湖南省憲法批評……二二
橡皮股票飛漲之由來及其趨勢……二三
馬克跌價之原因及其前途之豫測……二三
巴斯德的生平及事業……二三
美學所研究的問題及其研究法……二三
相對性原理概觀……二四
相對論及其產生前後之科學狀況……二四
能媒薄有引力和相對性原理……二四
相對論在物理學上的位置……二四
羅素的相對性原理觀……二四
康德和愛因斯坦……二四
愛因斯坦之相對性原理……二四
普通相對性原理和觀測事實的比較……二四
愛因斯坦小傳……二四
愛因斯坦著作目錄……二四

記事　號數

華盛頓會議紀事……一、三
奉直戰爭紀事……八
黎元洪復職記……一二

世界新潮　號數

意俄通商交涉之經過……一
亞爾巴尼亞疆域之劃定……一
歐洲最小之王國萊區登斯泰恩……一
Ku Klux Klan——美國之祕密結社……一
愛爾蘭獨立運動領袖華列拉……一
凱痕會議·英法協約·法內閣更迭……二
愛爾蘭事件解決之經過……二
美國的農民運動……二
瑞典與瑙威之工黨政治……二
比利時新內閣之人物……二
羅馬教皇之更迭……三
近東問題之發展與英法衝突……三
荷綏專政與中歐時局之危機……三
印度之勞動狀況……三
泡都露斯國際經濟會議之經過……三
西部匈牙利之人民投票……三
法日對俄密約之披露……四
埃及獨立運動之近況……四
基諾亞會議之展期與英法協定……四
克羅西亞農民黨與南斯拉夫政局……四
法國憲法及政黨之現況……五
波蘭之經濟恢復……五

勞農國際之最近趨勢……五
意大利內閣更迭之經過……五
英國內閣動搖與政黨之變遷……五
日本海陸及天空軍備之現狀……五
基諾亞會議(一)……六
前奧皇加爾之逝世……六
美國參議院批准華會條約之經過……六
荷蘭之塡海計畫……六
基諾亞會議(二)……七
捷克斯洛伐克開國之三年……七
埃及獨立與其內閣之成立……七
俄國之新貿易案……七
德國房屋問題之解決……七
德國賠償問題之近況……八
海牙國際法庭之開幕……八
協約國近東會議之經過……八
奧匈諸國戰後之土地政策……八
基諾亞會議(三)……九
俄德條約之成立……九
國際聯盟之裁減軍備案……九
波羅的諸國之政治協商……九
世界猶太民族之呼籲……九
匈牙利反動派之跋扈……一〇
小協約之擴大及其將來……一〇
非洲坦郡爾之領土問題……一〇
印度民族獨立運動與英國政治方針……一〇
德國外交總長賴瑟諾之暗殺……一一
日本內閣改組之經過……一一
俄國合作事業之復興……一一
大亞美利加婦人大會之經過……一一
英國豫算案……一一
國際勞動運動近訊……一二
意俄新訂之通商條約……一二
俄國教會財產之沒收……一二
中亞美利加聯邦國之瓦解……一二
比利時與盧森堡之經濟的合併……一二
奧地利之政潮及其內閣之改組……一二
海牙會議破裂之經過……一三
勞動國際聯合之失敗……一三
南斯拉夫之民族不安……一三
美國海運保護及英國之態度……一三
埃及之憲法起草……一三
德國政局之現狀……一四
法蘭西與西班牙之新通商條約……一四
戰後各國之關稅政策……一四
巴爾幹兩王國之締婚……一四
薩爾流域之德法爭議……一四
英意新紳士條約……一四
意大利內閣之再造……一五
倫敦賠償問題會議之經過……一五
愛爾蘭自由邦兩大領袖之逝世……一五
泡都利加之歸併西班牙運動……一五
巴西獨立百年紀念祝典……一六
德國之政黨現狀……一六
俄國社會革命黨審問事件……一六
羅馬尼亞首相霞納斯佳之逝世……一六
智利祕魯爭端之解決……一六
希土大戰及近東時局……一七
奧國之財政危機與合併問題……一七
荷屬東印度土民之自治運動……一七
海洋學家之摩納哥國王……一七
希臘政變之經過……一八
巴黎會議與對土時局之發展……一八
日俄長春會議之破裂……一八
國際聯盟委任統治地之最後決定……一八
破天荒之赤俄貨幣……一八
英國混合內閣之解體……一九
近東休戰協定之成立與和議之進行……一九
南斯拉夫之內國改造……一九
巴威略聯邦之分離運動……一九
英國新內閣成立及各黨選舉運動之情勢……二〇
國際常設法庭之第一次開庭……二〇
法蘭西之財政狀況……二〇
意國政界之大變革……二〇
賴織諾之經濟政策……二〇
英國總選舉之結果……二三
土國政變與新回教主之選出……二三
洛桑近東和會開幕前之情形……二三
赤塔遠東共和國之合併……二三
德國兩社會黨之攜手……二三
洛桑會議紀事……二四

希臘慘殺大臣事件……二四
德國內閣之更迭……二四
俄土條約之條文……二四
瑞典禁酒解決投票……二四

雜纂　號數

甘地主義是什麼?……一
羣衆的行爲……一
愛爾蘭詩人A·E·訪問記……一
得一九二一年諾貝爾獎金的文學家安那都爾佛朗西……一
近世的太陽崇拜……一
電氣生理學與生殖……一
地面水分減少的恐慌……一
歐洲文壇偉人時局觀……二
▲佛朗西的非戰爭主義
▲布蘭兌斯的時代心理觀
▲威爾士的世界聯邦論
一九二一年日本小說界……二
兌佛黎斯的驟變說……二
歐洲探險隊荒地檢查……二
別的星球上究竟有生命沒有?……二
近世工業中的眞空乾燥法……二
迷信的研究……三
▲文明人與野蠻人的迷信
▲科學與迷信的衝突
▲對於物類生死起源的迷信
▲迷信與魔術
▲豫知術的迷信
▲祈禱與禁厭的迷信
▲家庭的迷信
新俄國的文藝科學和教育……四
▲俄國新文學的一斑
▲俄國新詩人白洛克
▲新俄國的劇場
▲俄國音樂家史克里亞賓
▲俄國最近物理科學的進步
▲俄國科學家的現況
▲新俄國的教育
黑種文學家馬蘭及其著作……五
意大利著名小說家衛爾笳的死……五
戰後法國新藝術及其批評……五
法國文藝上特有的作品……五
再記俄國的科學界……五
人類學上最近的發見……五
牛羊爲什麼要反芻?……五
英國政治學家勃拉斯的生平……六
烏克蘭農民文學家柯洛蓮科……六
新德意志及其文藝……六
法國近代的科學界……六
生命的星雲的起源說……六
月之文學……七
法蘭西光明運動的今日……七
返老還童法的批評……七
鐽鐽主義是什麼?……七
魚龍的生活情形……七
梅毒是種族衰頹的原因……七
日本最近五十年來的哲學和倫理……八
日本的階級文學問題……八
性格之生物學的基礎……八
查考兒童生理年齡的必要……八
俄國的革命詩歌……九
世界語的國際地位觀……九
科學上的新教訓……九
遺傳的物質的基礎……九
楊白人的科學解釋……九
甘地與新印度……一〇
▲甘地的略傳
▲甘地與印度社會改造
▲非協同運動
▲甘地在法庭的自白
▲眞理把持與甘地之根本思想
▲甘地給孟買人民的兩封信
▲親見的甘地
無線電最近的進步……一一
▲無線電應用的推廣
▲無線電的音樂及講演
▲貝林氏無線電的改良及照相法
▲最簡單的受話器
▲無線電器的幼年發明家
▲救生船上的無線電

保加利亞國民詩人伏若甫……一二
新表現主義的藝術……一二
兩個遺傳學家的百年紀念……一二
遺傳研究的應用……一二
原子的構造……一二
國際語運動……一五
▲國際語的理想與現實
▲世界語創作者柴門霍夫傳
▲世界語普及的概況
▲Esperanto 以外的國際語方案
▲國際世界語大會在日內瓦開會之經過
德國青年運動……一七
▲德國青年運動的兩面觀
▲德國青年與社會主義
▲德國青年的道德改造
▲德國青年對於老派的反叛
女權運動……一八
▲近代婦女運動發生的途徑
▲婦女參政運動的過去及現在
▲女權運動的根本要素
▲中國的女權運動
世界的祕密結社……一九
▲弗利梅聖里的祕密
▲破壞主義的棒喝團
▲美國的三K黨
▲日本大本教的始終
最近歐美文學一瞥……二〇
▲最近之英文學
▲美國革命文學與貴族精神的崩壞
▲俄國文學與革命
▲革命德意志之詩人及劇作家
▲法國反軍國主義的文學
安諾德百年紀念……二三
▲安諾德評傳
▲安諾德和他的時代之關係
▲安諾德之政治思想與社會思想
▲安諾德文學批評原理
▲安諾德的詩歌研究

海外通訊

號數
歐洲經濟觀(英國通信)……一
第三國際黨之華盛頓會議觀(法國通信)……二
日本南洋新領土之價值何如(日本通信)……三
大不列顛與愛爾蘭之歷史關係及和議之經過(英國通信)……四
凱癡高等會議之經過及結果(英國通信)……五
再記華盛頓會議中山東問題之經過(美國通信)……九
日本各大學的思想和人物(日本通信)……一二
華盛頓會議中軍備制限協定概評(日本通訊)……一四
法國政治之趨勢與青年之思潮(法國通訊)……一六
我國煤鐵礦與日本國防及工業之關係(東京通信)……一七、一八、一九
留法勤工儉學生與中國實業之前途(法國通信)二〇
路德喬治辭職聲中之巴黎輿論一束(法國通信)二三
哥底埃的百十年紀念(法國通信)……二四

游記

號數
歐行道中記……六、七、八
游德感想記……一三
荷蘭五日記……一三
游法感想記……一三
青島一瞥……一五

社會調查

號數
內蒙古人民之生活狀況……一〇、一一

瀛談一束

號數
歷史學家的維廉第二……一一
紙幣世界的中歐洲……一一
俄國的新資產階級……一一
法治國的慘殺事件……一一

文藝

號數
倒跌下而造的塔(俄國愛羅先珂著)……一
地動(創作小說)……一
潮霧(日本有島武郎著)……一
聖母的賣藝者(法國佛朗西著)……一
兩個小小的死(俄國愛羅先珂著)……二
破鏡(美國亨利哈蘭著)……二
靈魂的權利(意大利 Giuseppe Giacosa 著)……二
愛流汐涨(創作小說)……三

為人類(俄國愛羅先珂著)……三
幸福的船(俄國愛羅先珂著)……四
這是一個夢嗎?(法國莫泊三著)……四
五月裏(俄國 Zygmunt Niedzwiecki 著)……四
枯葉雜記(俄國愛羅先珂著)……五、六
墓(創作小說)……五
莫須有(日本古狂言)……五
警鐘守(創作小說)……六
恩寵的濫費(俄國愛羅先珂著)……七
巴托華拉末次行獵記(亞非利加馬蘭著)……七
愛斯霞英斯的愛(希臘 Theocritus 著)……七
黃昏(創作小說)……八
接吻(俄國乞呵夫著)……八、九
啼聲(創作小說)……九
泉上的幻影(美國 Nethaniel Hawthorne 著)……九
小嶼的回家(創作小說)……一〇
御父樣和御母樣(法國皮爾魯第著)……一〇
光明的早晨(西班牙 Quintero 兄弟著)……一〇
微譽(創作小說)……一一、一二
老年(俄國乞呵夫著)……一一
兩副面孔的奴隸(美國 M. C. Davies女士著)……一一
獸的先導(俄國梭羅古勃著)……一二
白光(創作小說)……一三
下鄉(法國莫泊三著)……一三
小夢(英國高爾斯華綏著)……一三、一四
出了一冊詩集的人(捷克 Svatopluk Cech 著)……一四
渡船(法國杜德著)……一四
兩條的血痕(日本石川啄木作)……一五
她愛我嗎?(波蘭 B. Prus 作)……一五
失望的心(俄國愛羅先珂作)……一五
月夜的美感(小品)(日本高山樗牛著)……一六
百分之十(猶太 Aidline Trommer 著)……一六
生命的恩物(南非須林娜女士著)……一六
在劇場中(創作小說)……一七
生與死(瑞典 Attomar Enking 著)……一七
湖畔兒語(創作小說)……一八
夫婦(日本國木田獨步著)……一八、一九
缺了的心(創作小說)……一九
街頭人(英國 Alfred Sutro 著)……一九
脫離(創作小說)……二〇
一夜(俄國迦爾洵著)……二〇
微波(創作小說)……二三、二四
第一畦溝(南斯拉夫格列夫克著)……二三
禮拜六的太陽光的傳說(俄國Dombrovsky著)二四
愛之光(科學劇)……二四

最錄　號數

中國之九大經濟問題……一
科學的人生觀……一
列強在中國之權利……一
大學之職務……二
美育之原理……二
寓兵於工之計劃……二
新製中曆敘例……二
歐洲文化危機及中國新文化之趨向……三
近五十年來西洋畫底趨勢……三
基諾亞會議與英法觀念之衝突……三
智識階級的使命……四
太平洋會議之經過……四
霞飛將軍傳略……四
英德美三國市制之比較……六
中日美對二十一條之宣言……六
上海租界之自治組織及市民對於自治之責任……七
改用新歲曆之建議……七
中國宜自定曆法議……七
種植美國棉花淺說……七
許非宗教同盟……八
我們的政治主張……八
覆國民裁兵會書……八
除蝗方法……八
中國出入口商業的現狀……九
中國北方軍隊的概略……九
廣東最近軍隊之調查……九
裁兵……一〇
中國國際貿易之眞相……一〇
基督教在歐洲歷史上的位置……一〇
收回澳門意見書……一一
裁兵私議……一一
分治與統一商榷書……一二
中國財政的出路……一二
築路養兵意見書……一三

裁減軍備條陳……一三
裁兵造路商權書……一三
鄉兵制度……一三
四川軍隊概況……一三
裁兵計畫的討論……一四
裁兵計畫答宗淹……一四
陝西軍隊之調查……一四
法統問題的嚴正解釋……一五
對於現在中國政治問題的我見……一五
海軍第一二艦隊之調查……一五
新民主主義新社會主義說明書……一六
免釐加稅之意見……一六
整理內債基金說帖……一六
國有鐵路里數比較表……一六
聯省自治與軍閥割據……一七
我國的聯邦問題……一七
聯省自治與中國政象……一七
集權與聯邦皆不能推翻軍閥……一七
中國之財政自立……一八
職業參政芻議……一八
特別會議修訂關稅意見書……一八
中國商務與太平洋……一九
發展中國之天產與商務……一九
巴黎和會中山東之戰……二〇
中國財政全部之內容……二三
學校系統改革案……二三
劃分國稅省稅意見書……二三

附錄　號數

山東條約……一五
九國遠東公約……一五
海軍限制條約……一五
中華民國臨時約法……二一
中華民國國會組織法……二一
大總統選舉法……二〇
天壇憲法草案……二二
國是會議憲法草案(二種)……二〇
湖南省憲法……二二
中華民國浙江省憲法……二三
中華民國浙江省憲法施行法……二三
廣東省憲法草案……二三

時事日誌(見各號)

華安合羣保壽有限公司
純粹華商組織西洋專家管理

(一)看！
個個人的兒女，
都似這般的可愛模樣：
那女孩是天賜安琪，
這男孩是石麟天降。
(二)天賜天降，
令那些爲父母的盡心撫養；
須知道他們似嫩花纖蕊柔苗脆葉
經不起一點兒兩雪風霜，
缺不得一天培養，
(三)缺不得一天培養，
這是愛子女者應有的思想；



他們的前途在你們肩上
爲母的時操着保抱的心腸，
爲父的擔着這「家担」要挑來穩當。
(四)家担要挑來穩當！
不但衣食住教育婚嫁，
必須要一樁樁端整周詳，
並且要防備着爲父者有意外的當兒，
受了空手的將「家担」見倏擱在孩子們母親肩上。
(五)「家担」到了孩子們母親肩上，
試料是何等的悽楚時光！
號衣荼色啼飢號冷，
懊悔着男子一時大意，
未想到思患早提防。
(六)思患早提防，
請想一個十分的可靠良方！
匱乏麼？必要有蓄款；
體恤麼？萬一횡遭不測，
有不及集成□款的恐慌；
再三思想，再三思想，
保壽乃唯一良方。
總公司上海北京路
分公司全國各大城鎮

東方363二一

THE CHINA UNITED ASSURANCE SOCIETY, LTD.
The only purely Chinese Assurance Company under up-to-date, Western expert, management